

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»  
Физико-технологический институт

**V Международная молодежная научная конференция,  
посвященная памяти Почетного профессора УрФУ В.С. Кортova**

**Физика. Технологии. Инновации.  
ФТИ-2018**

**Секция 5**

14–18 мая 2018 г.

Тезисы докладов

Екатеринбург  
2018

УДК 001.895:621.039 (063)  
ББК 22.31я43+24.13я43+32.97я43  
Т29

Т29 Тезисы докладов V Международной молодежной научной конференции, посвященной памяти Почетного профессора УрФУ В.С. Кортюва (Секция 5): Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2018 (14–18 мая 2018 г.). / отв. за вып. А. В. Ищенко. Екатеринбург : УрФУ, 2018. 84 с.

*Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта 18-32-10016 мол\_г.*

Редакционная коллегия: В. Н. Рычков, С. В. Звонарев, А. В. Ищенко, Е. А. Бунтов, И. С. Жидков, А. С. Дедюхин, В. С. Семенищев, М. И. Сутормина, О. А. Евсегнеев, А. А. Смирнов, Д. А. Метелев, Э. В. Патраков.

УДК 001.895:621.039 (063)  
ББК 22.31я43+24.13я43+32.97я43

©УрФУ, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Секция 5 Информационные технологии.....	6
Сутормина М.И., Мелких А.В. Моделирование перемещения миозина за счет энергии гидролиза АТФ.....	7
Чайников К.М. Наука о данных .....	8
Ушанов К.П. Способы коммерциализации IT-проектов .....	9
Донцов О.Г., Гольдштейн С.Л. Мотивирование и стимулирование в модели многоуровневого управления.....	11
Ершова Д.Н., Рогович В.И. Мобильное приложение абонентского устройства с использованием протокола BLE .....	12
Банников И.К., Ворманов И.А., Евсегнеев О.А., Пенелев А.М. Алгоритм управления распределенным коллективом роботов.....	14
Литвинов Д.Н., Севастьянов М.М., Шумков Д.Е., Ташлыков О.Л., Климова В.А. Исследование надёжности теплоотвода при естественной и принудительной циркуляции в шахте-хранилище исследовательского ядерного реактора ИВВ-2М.....	15
Генералов А.А., Рогович В.И. Выбор оптимальных стратегий развития университета с помощью множества Парето.....	17
Костарев В.С., Климова В.А., Ташлыков О.Л. Моделирование режимов естественного охлаждения контейнеров с радиоактивными отходами.....	18
Попов И.А., Некрасов К.А. Зависимость концентрации вакансий в кристаллах (U,Pu)O <sub>2</sub> от температуры. Молекулярно-динамическое моделирование.....	20
Данилин А.О., Петрухнова Г.В. Модель управления уровнем качества программных продуктов.....	21
Баширцева И.А., Кулешова И.А. Анализ индуцированного шумом вымирания в обобщенной популяционной модели Рикера.....	23
Беляева Т.Д., Баширцева И.А. Управление стохастическим колебаниями в модели электронного генератора с жестким возбуждением .....	24
Шокиров Б.Г., Кара-Ушанов В.Ю. Обзор моделей оценки эффективности научных исследований.....	25
Григорьев А.М., Ташлыков О.Л. Решение задачи маршрутной оптимизации работ в радиационных полях с использованием супервычислителя.....	27
Гусев А.О., Мартюшев Л.М. Моделирование некоторых закономерностей эволюции на основе термодинамических законов.....	29
Балдин А.М., Васютин Н.А., Литовченко В.Ю., Орлов К.Е., Ташлыков О.Л. Расчет толщины радиационной защиты транспортно-упаковочного контейнера для экспериментального облучательного устройства .....	30
Ogorodnikova O.M., Shashkova V.V., Yeltsin S.V. New method to improve material database for casting simulation.....	31
Грачева Ю.Ю., Некрасов К.А. Моделирование спекания нанокристаллов оксидного ядерного топлива методом молекулярной динамики .....	32
Рязанова Т.В., Татарова Д.Д. Связанные стохастические осцилляторы: чувствительность аттракторов и переход к хаосу.....	34

<i>Кудашкина А.С., Аверьянова А.Н.</i> Оценка онтологии эпидемиолога.....	35
<i>Конев А.А., Кудрявцев А.Г.</i> Выбор прототипа для системы ситуационного управления качеством состояния больного .....	37
<i>Фирстков А.Л., Гольдштейн С.Л., Грицюк Е.М.</i> Развитие автоматизированного генератора системно-обоснованного технического задания.....	38
<i>Балакин Д.Ю., Ташлыков О.Л.</i> Моделирование процесса прогрева кольцевого бака ВВЭР - 440.....	40
<i>Зимин А.О., Гольдштейн С.Л., Грицюк Е.М.</i> О модели транслятора «медицина-физика».....	41
<i>Келлер Н.В., Некрасов К.А.</i> Моделирование диффузии атомов криптона в кристалле диоксида урана методом молекулярной динамики.....	43
<i>Александровский К.Е., Асипцов Я.О., Ташлыков О.Л.</i> Моделирование теплогидравлических процессов в холодной ловушке примесей .....	45
<i>Боброва Е.Г., Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г.</i> О математических моделях мотивирования и стимулирования .....	46
<i>Амиева А.М., Филимонов В.В., Живодёров А.А.</i> Классификация русскоязычных текстов с помощью факторного анализа.....	48
<i>Панова А.А.</i> Моделирование функции распределения вращающегося разреженного газа.....	49
<i>Ворманов И.А., Банников И.К., Евсегнеев О.А., Пенелев А.М.</i> Обучение распределенного коллектива роботов .....	50
<i>Рахматулина Р.Р., Гольдштейн С.Л.</i> Сравнительный анализ IDEF-программ.....	51
<i>Газизова М.Д., Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г.</i> Об автоматизации построения иерархических онтологий .....	53
<i>Ходенева М.А., Кудрявцев А.Г.</i> Выбор прототипа для спам-фильтра, настраиваемого на субъект.....	54
<i>Ермаков А.И., Гольдштейн С.Л., Грицюк Е.М.</i> О модели транслятора «физика - медицина» по прототипу машинного переводчика.....	56
<i>Шаньшаров В.А., Ташлыков О.Л.</i> Создание трехмерной модели помещения с повышенным радиационным фоном.....	57
<i>Виноградов А.М.</i> Уменьшение вычислительной сложности алгоритма нахождения амплитуд гармоник энергетического спектра изображения .....	59
<i>Куклина В.О., Елькин И.О.</i> Проблематика анализа сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей .....	61
<i>Козлова Е.А., Бирюкова Г.Л., Гольдштейн С.Л.</i> Критериальная модель оценки качества лечения методом симпатокоррекции. ....	63
<i>Zyabkin V.S., Babenko A.A.</i> Security evaluation of the automated process control system of the organization of municipal services .....	64
<i>Кожевников В.А., Мелких А.В.</i> Эволюция кольца гравитирующих тел без центрального тела и свойства их хаотического поведения.....	66
<i>Помосова А.А., Евсегнеев О.А., Маркина С.Э.</i> Разработка программно-аппаратного комплекса дополненной реальности для проведения биопсии легких.....	67
<i>Антропова О.И., Арсланова Е.А., Шапошиников М.В.</i> Автоматизированный метод коррекции синонимических рядов в электронном тезаурусе YARN .....	69

<i>Пицхелаури С.С., Некрасов К.А., Борисенко Д.С., Князева Е.Н.</i> Моделирование кристалла U(C,N) в ионном приближении методом молекулярной динамики.....	70
<i>Субботин А.М., Умницын М.Ю.</i> Программный комплекс для конфигурирования СЗИ от НСД под заданные требования.....	72
<i>Рябинин В.А.</i> Устранение неоднозначностей идентификации нескольких динамических объектов при анализе энергетических характеристик видеоряда.....	74
<i>Генералова А.А.</i> Лаборатория тестирования мобильных приложений: от теории к практике.....	76
<i>Шилов М.А., Маслов Л.Б., Королев П.В.</i> Моделирование изнашивания пневматических шин.....	77
<i>Зейде К.М., Яндовский Н.Г.</i> Оптимизация конечно-элементной сетки в задачах электромагнитного моделирования.....	79
<i>Куконов Э.С., Гадельшин М.Ш., Кибардин А.В.</i> Моделирование работы эжекторных насосов с использованием Ansys.....	80
<i>Крамаренко А.А.</i> Кластеризация текстов на основе модели случайных блужданий. Законы распределения параметров .....	82

**СЕКЦИЯ 5**  
**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МИОЗИНА ЗА СЧЕТ ЭНЕРГИИ ГИДРОЛИЗА АТФ

Сутормина М.И.<sup>\*</sup>, Мелких А.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [maria.sutormina@urfu.ru](mailto:maria.sutormina@urfu.ru)

## MODEL OF MYOSIN MIGRATION DUE TO ATP HYDROLYSIS

Sutormina M.I.<sup>\*</sup>, Melkikh A.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The model of migration of myosin due to the hydrolysis of ATP is constructed by analogy with the previously proposed model of active transport of substances through the cell membrane.

Микрофиламенты осуществляют, по крайней мере, две функции: (i) являются частью сократительного аппарата наряду с моторными белками (миозин) и (ii) участвуют в создании подвижных клеточных структур за счет полимеризации и деполимеризации актина. Сократительный аппарат осуществляет элементарный акт движения за счет гидролиза молекулы АТФ. За каждый цикл миозиновая головка перемещается вдоль актинового филамента на 5-25 нм (см., например, [1]).

Механизм движения может быть представлен следующим образом. Под действием гидролиза АТФ миозин принимает форму с большим углом (возбужденное состояние). В этом состоянии сцепление левой головки становится меньше, чем правой. Затем миозин приходит в равновесие со средой, при этом преобладающим состоянием становится основное, в котором сцепление левой головки с актином меньше, чем правой. Поэтому левая головка смещается.

Рассмотрим модель (на основе идеологии, предложенной в работе [2]) перемещения миозина с двумя головками вдоль актинового филамента за счет гидролиза АТФ. Будем полагать, что миозин с двумя головками может иметь два состояния: основное и возбужденное. Наличие АТФ со сдвинутым равновесием в реакции  $ATP \leftrightarrow ADP + P$  обеспечивает высокую вероятность возбужденного состояния. Найдем эту вероятность, а так же потоки в соответствии с предложенной идеологией.

Найденный поток реакции, даже в пренебрежении взаимодействия возбужденного фермента с термостатом среды, получается аналогичным потоку активного транспорта ионов в клетке [3]:

$$J_{ATP} = k_{\downarrow} n_F * n_D n_P (\exp(\Delta\mu_A - \Delta\mu_F) - 1), \quad (1)$$

$$\text{где } \Delta\mu_A = \ln \frac{n_T n_{D0} n_{P0}}{n_D n_P n_{T0}}, \quad \Delta\mu_F = \ln \frac{n_F^*}{n_F}.$$

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-51-05007 Арм\_а.*

1. Sperelakis N, Gonzales-Serratos H. Skeletal muscle action potentials. In: Sperelakis N. (ed) Cell Physiology Sourcebook, Academic Press, San Diego (2001).
2. Melkikh, A.V., Seleznev V.D., Biophys Mol Bio 109(1-2), 33-57 (2012).
3. Melkikh, A.V., Sutormina M.I., Developing Synthetic Transport Systems, Springer (2013).

## НАУКА О ДАННЫХ

Чайников К.М.\*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [konstantin10000@yandex.ru](mailto:konstantin10000@yandex.ru)

## DATA SCIENCE

Chainikov K.M.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The article deals with the science of data.

С каждым годом информационные технологии развиваются семимильными шагами. В связи с этим огромное число людей получают доступ в интернет, чтобы получать информацию, и чтобы поделиться ей. Согласно статистике [1] количество пользователей интернета достигло 3,2 миллиардов человек (2015 г.), это почти половина населения Земли. Такое гигантское число пользователей генерируют ультра большие данные. Массивы данных настолько велики, что их стало практически невозможно обрабатывать средствами математической статистики.

Для того, чтобы решить задачи, связанные с ультра большими данными требуется междисциплинарные знания в математике, информатике, статистике, экономике бизнесе и многом другом. Так появилась DATA SCIENCE – НАУКА О ДАННЫХ.

В интернете существует различного рода информация. Прежде всего интересна классификация по структуре данных:

1. Структурированные данные



2. Полуструктурированные данные

3. Не структурированные данные

Последней тип данных наиболее распространён в интернете и наиболее сложен в работе DATA SCIENTIST – специалиста по обработке данных. В его задачи входит поиск структуры в данных, неочевидных связей в информации, анализ потоков информации в реальном времени для принятия правильных решений в бизнесе, медицине, строительстве и многих других областях науки и техники [2].

1. СТАТИСТИКА ИНТЕРНЕТА [электронный ресурс] url: <http://vawilon.ru/statistika-interneta/> (дата обращения 10.12.2017)
2. Кто такой data scientist и чего ждать от этой профессии [электронный ресурс] url: <http://datareview.info/eto-interesno/kto-takoj-data-scientist-i-chego-zhdet-ot-etoj-professii/> (дата обращения 11.12.2017)

## **СПОСОБЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ IT-ПРОЕКТОВ**

Ушанов К.П.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [kirillushanov@gmail.com](mailto:kirillushanov@gmail.com)

## **METHODS OF COMMERCIALIZATION OF IT PROJECTS**

Ushanov K.P.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The article discusses the methods of commercialization of IT projects.

Под IT-проектами следует понимать проекты или стартап проекты, направленные на создание, внедрение, модернизацию и использование, новых или существующих информационных технологий, направленных на развитие информационных систем.

В настоящее время в мире существует немалое количество перспективных IT-проектов, но многие остаются нереализованными на многочисленных стартап площадках. Почему так? Одна из причин, по которой IT-проекты не получают нужного финансирования — это неграмотное использование существующих методов коммерциализации.

Прежде всего, коммерциализация — это построение бизнеса, основанное на результатах разработок, направленных на развитие информационных систем, где участвуют команды-разработчики, инвесторы, СЕО [2]. Так же это возможность для привлечения дополнительных денежных средств.

Говоря об этом, важным является выбор способа коммерциализации. Можно выделить несколько способов коммерциализации непосредственно связанных с ИТ.

Монетизация как один из способов коммерциализации информационных технологий. Если говорить о web-сайтах, приложениях, социальных сетях, медиа сервисах, биржах, то к способам монетизации относятся:

- система подписок – продажа доступа к контенту на определенный период времени;
- микротранзакции – возможность приобрести дополнительный функционал или контент, помимо бесплатного основного;
- рекламная модель – получение дохода от рекламодателей;
- партнерская модель – модель продаж, при которой владелец получает вознаграждение от партнеров за формирование интереса к определенным услугам.

Касательно крупных ИТ-проектов применяются более традиционные способы коммерциализации.

Самостоятельный вывод продукта на рынок, где разработчик предоставляет продукт в аренду на определенной территории, сохраняя права собственности, или предоставление инженерно-технической услуги на основе договора, связанного с установкой, настройкой информационных систем.

Эффективна продажа авторских прав на проект, который не приносит доход. Продав идею и права, разработчик получает единовременный доход, отказываясь от дальнейшей деятельности, связанной с проектом. Продавая франшизу, разработчик продает возможность использовать идею, сохраняя права собственности [1].

Коммерциализация является основным элементом внедрения инновационных продуктов на всех стадиях жизненного цикла проекта [2].

В условиях современной экономики существует большая конкуренция среди ИТ-проектов. Что бы продукт процветал на локальном и зарубежном рынке, необходимо выбрать верный способ коммерциализировать свой проект, сохранив при этом права и независимость.

1. Белай О.С., Мухаметзянова Д.Д. Стратегии коммерциализации инноваций и проблемы вывода инновационных продуктов на рынок, Российское предпринимательство, Том 16, №19, 3209-3216 (2015).
2. Богомолова И.С., и др., Инновационный и проектный менеджмент, Учебное пособие, Ростов-на-Дону, Изд-во ЮФУ, (2014).

# МОТИВИРОВАНИЕ И СТИМУЛИРОВАНИЕ В МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Донцов О.Г.\*, Гольдштейн С.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [oleg.dontsov@urfu.ru](mailto:oleg.dontsov@urfu.ru)

## MOTIVATION AND INCENTIVENESS IN THE MODEL OF MULTI-LEVEL MANAGEMENT

Dontsov O.G.\*, Goldshtein S.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

This article describes a model of multi-level management based on motivation and incentives. The model is considered on the example of the medical center and its business hierarchy.

Известны описания взаимодействия пары «руководитель-исполнитель» [1, 2], а также многоуровневого управления: топ-менеджмент, старший руководитель, непосредственный руководитель и исполнитель [3], но в них недостаточно четко представлены роль и модели мотивирования и стимулирования. В данной работе поставлена и решена задача учета мотивирования и стимулирования в моделях многоуровневого управления.

Модель многоуровневого управления [3] приобретает вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = U1 + E11 + E12, \\ \frac{dU1}{dt} = U2 + E21 + E22, \\ \frac{dU2}{dt} = U3 + E31 + E32, \\ \frac{dU3}{dt} = -k(x - X - E41 - E42 - R4), \end{array} \right.$$

где  $x$  – продукт исполнителя;  $t$  – время;  $U1$  – самоуправление исполнителя,  $E11$  – его мотивация;  $E12$  – его стимул;  $U2$  – управление непосредственного руководителя;  $E21$  – его мотивация;  $E22$  – его стимул;  $U3$  – управление топ-менеджмента;  $E31$  – его мотивация;  $E32$  – его стимул;  $k$  – коэффициент;  $X$  – норматив на продукт;  $E41$  – внешняя мотивация топ-менеджмента;  $E42$  – его внешней стимул;  $R4$  – распределенность топ-менеджмента.

В качестве исполнителя нами рассмотрен программист и, соответственно, продукт исполнителя — программное обеспечение. Качество работы исполнителя предлагаем оценивать с помощью критериев онтологии ISO 25010, представленных иерархически [4], понятия о мотивировании и стимулировании взя-

ты по концептуальным моделям [5]. При этом под распределенностью внешнего топ-менеджмента понимаем его удаленность от участников деятельности по служебной иерархии.

По результатам литературно-аналитического обзора составлены коллекция математических моделей мотивирования и стимулирования, а также план компьютерного эксперимента и подобран эмпирический материал многопрофильного клинического медицинского центра «Бонум», город Екатеринбург, для оценки адекватности предложенной модели.

1. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков – М.: Моск. психол.-соц. ин-т, 2005. – 584с.
2. Милованов В.П. Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация / В. П. Милованов – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 264с.
3. Печеркин С.С. Устойчивость, стимулируемость и распределенность многоуровневого управления: постановка задачи / С. С. Печеркин, С. Л. Гольдштейн, С. В. Кабанова, А. И. Короткий // Материалы III международного НПС «Интеллектуальные информационные технологии в управленческой деятельности». – Екатеринбург: ИПК УГТУ-УПИ, 2001. – С.244–253.
4. Донцов О.Г. Оценка стандарта ISO/IEC 25010 / О. Г. Донцов, С. Л. Гольдштейн // Системная интеграция в здравоохранении. – 2017. – № 7 – С.37–43.
5. Боброва Е.Г. Концептуальные модели мотивирования и стимулирования в интересах медицинской организации / Е. Г. Боброва, С. Л. Гольдштейн, О. Г. Донцов // Системная интеграция в здравоохранении. – 2017. – № 7 – С.12–19.

## **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ АБОНЕНТСКОГО УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА BLE**

Ершова Д.Н.\*, Рогович В.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [dasha92-96@mail.ru](mailto:dasha92-96@mail.ru)

## **MOBILE APPLICATION OF SUBSCRIBER UNIT USING BLE PROTOCOL**

Ershova D.N.\*, Rogovich V.I.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

An improvement of the subscriber unit for connection of the user with the system of information is proposed. Based on the prototype and the proposed solution, an algorithmic model is developed.

При создании систем информирования [1] объектов инфраструктуры города возникает задача взаимодействия системы и ее пользователей с помощью абонентских устройств связи. В настоящее время эти устройства основаны на Bluetooth. Реализация абонентского устройства достаточно сложна, а само устройство потребляет много ресурсов при организации связи с системой информирования.

Мы предлагаем заменить протокол связи в абонентских устройствах связи на протокол BLE [2-3]. Этот протокол отличается малым энергопотреблением при работе. К тому же, если заменить абонентское устройство на мобильное приложение, его создание и эксплуатация значительно упростятся.

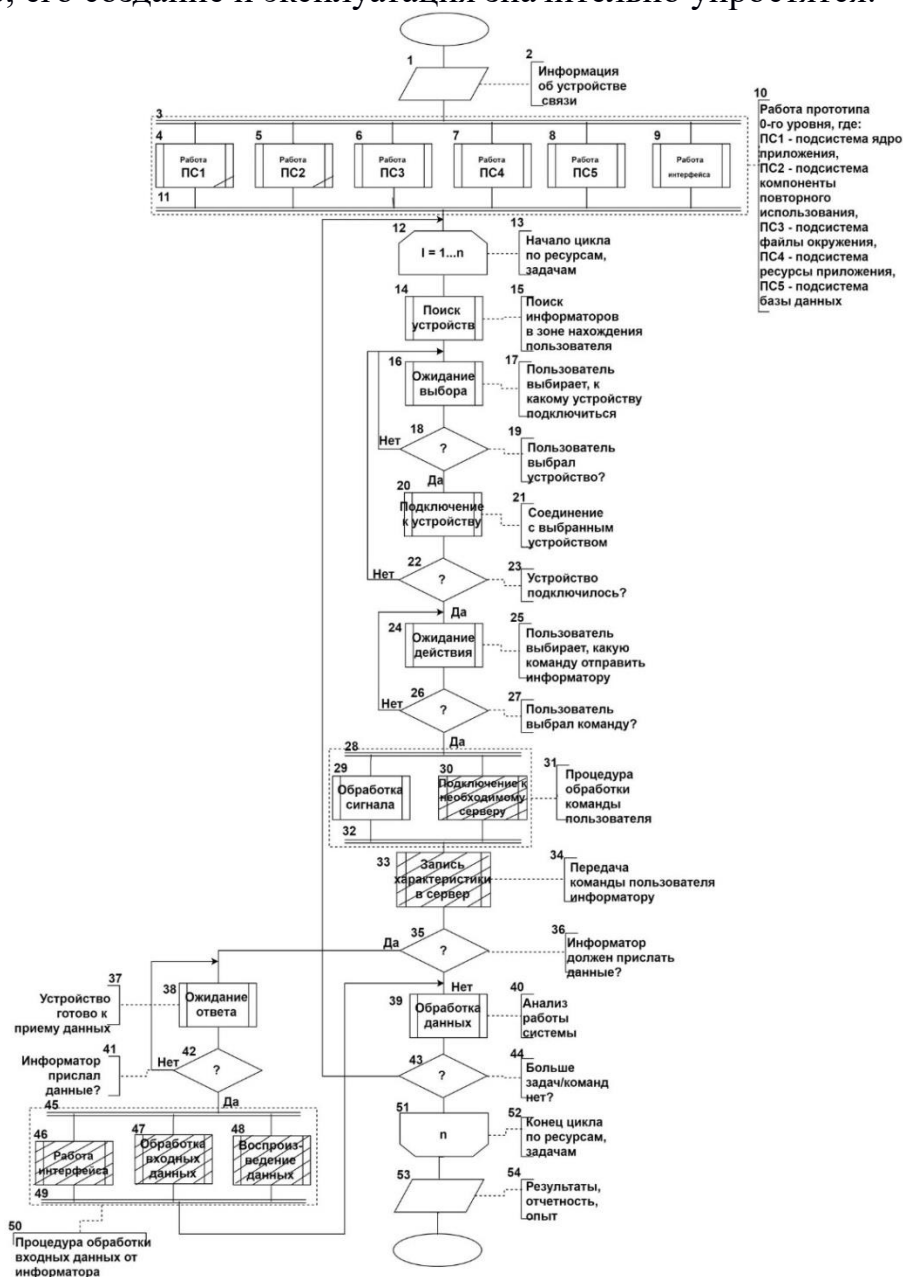


Рис. 1. Алгоритмическая модель работы приложения для связи абонента с системой информирования по прототипу и предлагаемому решению

На основе выбранного прототипа [4] из различных абонентских устройств и предлагаемого решения была сформирована алгоритмическая модель работы такого приложения, приведенная на рис. 1. Данная реализация позволит значительно уменьшить энергозатраты и облегчить эксплуатацию, так как приложение будет достаточно просто установить на смартфон.

1. Система ориентирования и информирования, [http://dostupsreda.ru/store/programma\\_dostupnaya\\_sreda/sistemy\\_orientirovaniya/](http://dostupsreda.ru/store/programma_dostupnaya_sreda/sistemy_orientirovaniya/)
2. Климов А., Bluetooth Low Energy, <http://developer.alexanderklimov.ru/android/theory/ble.php>
3. Лебец В., Bluetooth v4.2: что же действительно нового и как это работает, <https://habrahabr.ru/post/248499/>
4. Абонентское устройство «ПИЛОТ», [http://dostupsreda.ru/store/programma\\_dostupnaya\\_sreda/sistemy\\_orientirovaniya/dostupnyy\\_gorod\\_1/abonentskie-ustroystva/abonentskoe-ustroystvo-pilot/](http://dostupsreda.ru/store/programma_dostupnaya_sreda/sistemy_orientirovaniya/dostupnyy_gorod_1/abonentskie-ustroystva/abonentskoe-ustroystvo-pilot/)

## АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ КОЛЛЕКТИВОМ РОБОТОВ

Банников И.К.\*, Ворманов И.А., Евсегнеев О.А., Пепелев А.М.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [ilya.bannikov@urfu.ru](mailto:ilya.bannikov@urfu.ru)

## ALGORITHM OF CONTROLLING A SWARM ROBOTS

Bannikov I.K.\*, Vormanov I.A., Evseegneev O.A., Pepelev A.M.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Today, the use of the swarm approach greatly simplifies the solution of problems in various fields of science. Due to the manifestation of the so-called synergistic effect, a significant increase in efficiency is achieved in comparison with the work of one robot. A control algorithm based on the neural network for the simulation system is proposed.

Сегодня применение роевого подхода значительно упрощает решение задач в разных областях науки. За счет проявления так называемого синергетического эффекта достигается значительное увеличение эффективности по сравнению с работой одного робота. Например в области наблюдения за лесными пожарами [1].

Сейчас управление коллективом роботов производится посредством статического алгоритма предварительно загруженного в каждого робота коллектива. При применении одного и того же роя к одной задаче в разных условиях среды такой подход не является оптимальным.

Существует другой метод, заключающийся в использовании нейронной сети вместо жестко заданного алгоритма управления, позволяющий обучать робота при помощи специальных алгоритмов.

Предлагается использовать для обучения таких коллективов специальную систему, основной принцип которой заключается в итеративном моделировании поведения логических абстракций роботов в виртуальной среде. Для простоты обучения предлагается использовать нейронную сеть со специальной структурой, позволяющую легко модифицировать алгоритм поведения. За основу такой сети была взята архитектура NEAT[2], наиболее оптимально сочетающая в себе достаточно высокую скорость работы и совместимость с генетическими алгоритмами обучения, но из-за этого скорость её обучения немного ниже, чем у аналогов.

1. Matthias R., Brust, Bogdan, Strimbu M. A Networked Swarm Model for UAV Deployment in the Assessment of Forest Environments // Louisiana Tech University - Ruston, Computer Science division. USA. — 2016.
2. Stanley K. O., Miikkulainen R. Evolving Neural Networks through Augmenting Topologies // The MIT Press Journals. — 2002.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ТЕПЛООТВОДА ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В ШАХТЕ-ХРАНИЛИЩЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ИВВ-2М**

Литвинов Д.Н.\*, Севастьянов М.М., Шумков Д.Е.,  
Ташлыков О.Л., Климова В.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [devlitvinov@icloud.com](mailto:devlitvinov@icloud.com)

## **INVESTIGATION OF HEAT REMOVAL RELIABILITY UNDER NATURAL AND FORCED CIRCULATION IN THE STORAGE PIT OF RESEARCH NUCLEAR REACTOR IVV-2M**

Litvinov D.N., Sevastyanov M.M., Shumkov D.E., Tashlykov O.L., Klimova V.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Results of a computer simulation of heat removal from the irradiated fuel assemblies with the forced and natural circulation modes in the IVV-2M reactor storage pit are presented.



После аварии на АЭС Фукусима-1 во всех странах, развивающих ядерную энергетику, были разработаны дополнительные мероприятия для предотвращения разгерметизации облученных тепловыделяющих сборок (ОТВС) в бассейнах выдержки.

В работе изложено исследование эффективности отвода остаточного тепловыделения от ОТВС за счёт естественной циркуляции теплоносителя при полном обесточивании.

Исследование проводилось в программном комплексе автоматизированного проектирования SolidWorks и в его прикладном модуле Flow Simulation, который позволяет производить анализ гидродинамики и теплообмена.

Расчеты осуществляются методами вычислительной гидродинамики (CFD), что обеспечивает высокую степень достоверности получаемых результатов [1].

В процессе работы авторами произведено построение трёхмерной модели шахты-хранилища ОТВС [2]. При построении модели для упрощения были упразднены элементы шахты-хранилища, не влияющие на естественную циркуляцию теплоносителя. Построены: бак, стационарный и подвижный сепараторы (нижняя секция), модели ТВС.

В прикладном модуле Flow Simulation создан проект, с помощью которого заданы начальные параметры:

- условие «реальная стенка», позволяющее упрощенно смоделировать теплообмен между двумя средами;
- температура воздуха 30 °С на границе сред теплоноситель – воздушная область (соответствует действительному значению в помещении при отключенной вентиляции);
- суммарное тепловыделение ОТВС 273 кВт (принято для выгрузки всех сборок из реактора).

1. Алямовский А. А. Solidworks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. – М.: ДМК Пресс, 2015. 562 с.
2. Шумков Д.Е., Климова В.А., Ташлыков О.Л., Селезнев Е.Н. Повышение надежности охлаждения облученных топливных сборок ИЯР ИВВ-2М в шахте-хранилище // Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017 (15–19 мая 2017 г.) [Электронный ресурс] Тезисы докладов IV Международной молодежной научной конференции (Секции 3, 4, 5) Екатеринбург : УрФУ, 2017. С.122-123.



# ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ УНИВЕРСИТЕТА С ПОМОЩЬЮ МНОЖЕСТВА ПАРЕТО

Генералов А.А.<sup>\*</sup>, Рогович В.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [anatoly.generalov@gmail.com](mailto:anatoly.generalov@gmail.com)

## CHOOSING OPTIMAL STRATEGIES OF UNIVERSITY DEVELOPMENT USING THE PARETO SET

Generalov A.A.<sup>\*</sup>, Rogovich V.I.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Growth of university in world university rankings can be presented as a multi-objective problem. According to Edgeworth-Pareto principle, the best solution to this problem should be found in Pareto set, which consists of optimal nondominated vectors. Using this principle, we try to build the Pareto set and find out how it can help us make our decisions on university development better.

Продвижение университета в мировом рейтинге можно представить в виде многокритериальной задачи: например, в рейтинге QS World University Rankings позиция университета описывается с помощью 6 метрик, каждая из которых изменяется от 0 до 100. При этом ресурсы каждого университета строго ограничены, что обуславливает необходимость тщательного планирования продвижения в рейтинге.

### **Множество Парето.**

Согласно принципу Эджворта-Парето, лучшие решения многокритериальной задачи следует искать в пределах множества Парето. В начале решения поставленной задачи мы имеем множество возможных решений  $X$ , в которое входят все возможные 6-мерные векторы со значениями компонентов от 0 до 100. Заданное множество можно сразу же ограничить интересующей областью, например, векторами, представляющими конкретную группу университетов (к примеру Топ 200 – Топ 300).

Таким образом, мы получаем конечное множество возможных 6-мерных векторов  $y_i$ , состоящее из  $n$  элементов:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$$

Далее каждый вектор из множества  $Y$  необходимо сравнить со всеми остальными векторами множества с помощью отношения  $\geq$ . Если неравенство выполняется, то доминируемый вектор не может входить в множество Парето, а значит удаляется. Таким образом, после сравнения всех векторов в множестве останутся только парето-оптимальные векторы.

### **Реализация решения.**

Для решения поставленной задачи нами была разработана программа на языке Java. На вход программы подается два 6-мерных вектора, представляющие собой соответственно нижнее и верхнее ограничения области. Среди всех векторов для получения максимального результата мы находим векторы с максимальным значением целевой функции, в нашем случае это

$$y = 0.4x_1 + 0.1x_2 + 0.2x_3 + 0.2x_4 + 0.05x_5 + 0.05x_6$$

где  $\{x_1, x_2, \dots, x_6\}$  – метрики рейтинга QS. Далее, среди полученного множества векторов мы используем описанный выше алгоритм нахождения парето-оптимальных векторов. В результате получаем набор оптимальных векторов, ориентируясь на которые наиболее рационально строить управление продвижением в рейтинге.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**

Костарев В.С.<sup>\*</sup>, Климова В.А., Ташлыков О.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [slavakostarev@yandex.ru](mailto:slavakostarev@yandex.ru)

## **SIMULATION OF NATURAL COOLING MODES OF CONTAINERS WITH RADIOACTIVE WASTES**

Kostarev V.S.<sup>\*</sup>, Klimova V.A., Tashlykov O.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The solution of the problem of cooling intensity increasing of containers with radioactive waste using computer simulation is given.

В современном мире проблема утилизации радиоактивных отходов (РАО) стоит на одном уровне с прочими экологическими проблемами. С ростом населения и развитием технологического прогресса количество радиоактивных отходов постоянно возрастает. Правильный сбор, хранение и утилизация таких отходов является довольно сложным и трудоемким процессом.

Конечной целью переработки РАО является их кондиционирование, т.е. перевод в стабильную физико-химическую форму, которая максимально ограничивает выход радионуклидов за пределы матрицы и инженерных барьеров в пунктах захоронения РАО.

Технические средства и меры по обеспечению радиационной безопасности при сборе, хранении и кондиционировании должны определяться из максимальной допустимой активности РАО и ограничивать воздействие на персонал,

население и окружающую среду в соответствии с Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

К контейнерам с РАО предъявляются требования: тепловыделение не должно превышать  $5 \text{ кВт/м}^3$ , коэффициент теплопроводности должен быть в пределах  $0,7-1,6 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  в интервале температур  $20-500 \text{ }^\circ\text{C}$ , температура доступных поверхностей упаковок не выше  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  при температуре окружающей среды  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  без учета инсоляции [1].

В данной работе исследованы температурные режимы, режимы пассивного охлаждения, способы повышения интенсивности пассивного теплоотвода (оребрение поверхности и др.) контейнеров с РАО. В качестве исходных данных принимаются объем контейнера, толщина и материал его стенок, а также радиоизотопный состав отходов.

1. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов» (НП-053-16)
2. Костарев В.С., Климова В.А., Ташлыков О.Л. Моделирование процесса охлаждения радиоизотопного термоэлектрического генератора // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Даниловских чтений. Екатеринбург: УрФУ, 2017. С. 814-818
3. Шумков Д.Е., Климова В.А., Ташлыков О.Л., Селезнев Е.Н. Повышение надежности охлаждения облученных топливных сборок ИЯР ИВВ-2М в шахтохранилище // Физика. Технологии. Инновации ФТИ-2017 (15–19 мая 2017 г.) [Электронный ресурс] Тезисы докладов IV Международной молодежной научной конференции Екатеринбург: УрФУ, 2017. С.122-123

# ЗАВИСИМОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ВАКАНСИЙ В КРИСТАЛЛАХ (U,Pu)O<sub>2</sub> ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ. МОЛЕКУЛЯРНО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Попов И.А.<sup>\*</sup>, Некрасов К.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [ivanvaran11@yandex.ru](mailto:ivanvaran11@yandex.ru)

## THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE VACANCY CONCENTRATION IN (U, Pu)O<sub>2</sub> CRYSTALS. A MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION

Popov I.A., Nekrasov K.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Determining the concentration of vacancies in molecular dynamics simulation is a non-trivial task, since it can be difficult to distinguish them from ion density fluctuations. In the present work, the ion density distribution on a grid was used to detect the vacancies. The nodes of the grid coincided with the lattice sites and the interstitial positions, and the particle coordinates were averaged with respect to time.

Определение концентрации вакансий при молекулярно-динамическом моделировании является нетривиальной задачей, поскольку их может быть трудно отличить от флуктуаций плотности ионов. В настоящей работе для регистрации вакансий использовали распределение плотности ионов на сетку, узлы которой совпадали с узлами кристаллической решетки и междоузельными позициями [1], усредняя координаты частиц по времени.

Для изучения разупорядочения катионной подрешетки требовались сотни миллионов шагов молекулярной динамики, в течение которых эта подрешетка поворачивалась относительно исходного положения (при том, что коррекция вращения применялась на каждом шаге). Соответственно, вращали и сетку, которая использовалась для регистрации вакансий.

В первом приближении, поворот катионной подрешетки компенсировали, считая его твердотельным вращением (при этом не учитывалась диффузия катионов). Поворот описывали вектором  $\vec{\alpha}$ , направление и модуль которого совпадали с осью вращения и углом поворота катионной подрешетки вокруг этой оси. Окончательно компоненты вектора  $\vec{\alpha}$  уточняли симплекс-методом Нелдера и Мида [2].

Если  $\dot{\omega}(t)$  - угловая частота твердотельного вращения катионной подрешетки, зависящая от времени, то интеграл её момента может быть записан в форме

$$\int \dot{I} dt = \sum_{\text{по катионам}} \int \vec{r}_i(t) \times m_i \dot{\vec{v}}_i(t) dt = \sum_{\text{по катионам}} \int \vec{r}_i(t) \times m_i (\dot{\omega}(t) \times \vec{r}_i(t)) dt, \quad (1)$$

после чего с использованием правила  $\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c} \cdot (\vec{a} \cdot \vec{b})$  и с учетом того, что  $\int \vec{\omega}(t) dt = \vec{\alpha}$ , приближенно представлен в виде

$$\sum_{\text{по катионам}} m_i \cdot (\langle \vec{r}_i \rangle \times (\vec{r}_i(t) - \vec{r}_i(0))) = \sum_{\text{по катионам}} m_i \cdot (\vec{\alpha} \cdot \langle \vec{r}_i^2 \rangle - \langle \vec{r}_i \rangle \cdot (\langle \vec{r}_i \rangle \cdot \vec{\alpha})). \quad (2)$$

Соотношение (2) представляет собой систему трёх линейных уравнений, которую использовали для получения вектора  $\vec{\alpha}$ .

При временах эволюции модельной системы порядка 1 мкс требовалось уточнение угла поворота с учётом диффузионного перемещения катионов, не являвшегося твердотельным вращением. Для этого использовали метод Нелдера-Мида [2]. В качестве целевого параметра выступала средняя плотность атомов в узлах сетки, в идеальном случае равная единице. Переменными метода были три угла, на которые необходимо повернуть сетку, чтобы она совпала с кристаллической решеткой.

*Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 1.4539.2017/8.9.*

1. Хокни Р., Иствуд Дж., Численное моделирование методом частиц, Мир (1987).
2. Nelder J.A., Mead R., Computer Journal, 7, 308—313 (1965).

## МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Данилин А.О., Петрухнова Г.В.

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия  
E-mail: [gvpetruhnova@mail.ru](mailto:gvpetruhnova@mail.ru)

## MODEL OF MANAGING THE LEVEL OF QUALITY OF SOFTWARE PRODUCTS

Danlin A.O., Petrukhnova G.V.

Voronezh state technical university, Voronezh, Russia

Annotation. The article considers the questions reveal the quality of software products based on international standards. Discusses the model of managing the level of software quality.

Управление качеством программных продуктов при разработке программного обеспечения (ПО) актуально. Снижение качества ПО влечёт за собой истощение трудозатрат, экономических и стратегических ресурсов, снижение привлекательности продукта на рынке и повышение рискованности проекта.

Предотвратить такие последствия можно путём масштабирования совокупности процессов контроля и управления качеством ПО.

Модель состоит из 6 этапов проектирования уровня качества (УК) и трёх-этапной верификации полученных данных. Этапы могут сопрягаться с бизнес-процессами организации или позиционироваться самостоятельно.

Этап 1П. Формализация УК строится на основе многомерной иерархической структуры множеств, отражающих 6 основных требований к качеству в соответствии со стандартами серии ИСО. К ним добавляются уникальные для проекта требования к качеству, изложенные в техническом задании, и назначаются приоритеты требований к разработке.

Этап 2П. В зависимости от типа выявления УК (автоматизированного или посредством правил, выполняемых экспертами) собранные на предыдущем этапе требования распределяются по категориям, обозначенным стандартами качества.

Результатом этапов 3П и 4П является создание двух прототипов качества: основного (который может изменяться в ходе реализации проекта) и эталонного (неизменного до сдачи проекта в эксплуатацию).

Этап 5П. Реализация технических процессов с целью обеспечения верификации УК и синхронизации основного прототипа качества с эталонным.

Этап 6П. Данные для формирования требуемого УК систематизируются и шаблонизируются на случай возврата к предыдущим этапам в рамках предстоящей разработки ПО. На карте мониторинга (контроля изменения УК) выставляется начальный диапазон значений УК, исходя из выявленных эталонных показателей.

По завершении этапа 6П формируются данные для тестирования ПО и верификации УК. Этапы верификации УК следующие.

Этап 1В. При проверке соответствия значений параметров моделей основного прототипа качества с эталонным выполняется проверка УК и полученные данные импортируются на карту мониторинга.

Этап 2В. Выявление возможных отклонений от рассчитанного значения УК.

Этап 3В. Аудит УК, обеспечивающий гибкость разработки и допускающий модификацию начальных требований к УК исходя из особенностей реализации и эксплуатации.

Потребность в результатах этапов модели определяется для каждого проекта индивидуально. Модель может использоваться как при итеративной разработке ПО, так и в рамках иных распространённых методологий разработки.

# АНАЛИЗ ИНДУЦИРОВАННОГО ШУМОМ ВЫМИРАНИЯ В ОБОБЩЕННОЙ ПОПУЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ РИКЕРА

Башкирцева И.А., Кулешова И.А.\*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [ikulesj@gmail.com](mailto:ikulesj@gmail.com)

## ANALYSIS OF NOISE-INDUCED EXTINCTION IN THE GENERALIZED RICKER MODEL OF POPULATION DYNAMICS

Bashkirtseva I.A., Kuleshova I.A.\*

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The article studies stochastic sensitivity and noise-induced extinction in nonlinear two-dimensional Ricker model with Allee effect and delay.

В работе рассматривается дискретная стохастическая система

$$x_{t+1} = x_t^\alpha e^{\mu(1-x_{t-1})} + \varepsilon x_t \xi_t, \quad (1)$$

являющаяся модификацией классической популяционной модели Рикера с эффектом Олли [1] с учетом запаздывания. Здесь  $x_t$  – численность популяции в момент времени  $t$ ,  $\mu$  – параметр естественного прироста популяции,  $\alpha$  характеризует влияние эффекта Олли,  $\xi_t$  – стандартный некоррелированный гауссовский процесс,  $\varepsilon$  – интенсивность внешнего шум. Параметр Олли фиксирован  $\alpha = 1.5$ , а  $\mu$  меняется на промежутке  $[0.5, 1.3]$ .

Детерминированная система ( $\varepsilon = 0$ ) имеет 3 равновесия: тривиальное устойчивое, обусловленное наличием эффекта Олли, нетривиальное устойчивое и нетривиальное неустойчивое. Наличие устойчивого тривиального равновесия в популяционной системе означает, что при определенных начальных условиях и параметрах популяция вымирает.

Кроме равновесий, система имеет в качестве аттракторов циклы различной кратности и замкнутые инвариантные кривые. Для равновесий, дискретных циклов и замкнутых инвариантных кривых построены бассейны притяжения. Получена бифуркационная диаграмма, и показано, что параметрическая зона существования популяции ограничена двумя бифуркациями кризиса.

Под влиянием случайных возмущений, траектория может выйти из бассейна притяжения нетривиального аттрактора и попасть в зону притяжения тривиального равновесия, что соответствует вымиранию популяции. В работе для стохастической модели показаны индуцированные шумом переходы с различных типов аттракторов. С помощью матрицы стохастической чувствительности [2] построены доверительные эллипсы вокруг устойчивого равновесия. Анализ инду-



цированного шумом вымирания проведен на основе изучения взаимного расположения доверительных областей и бассейнов притяжения.

*Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант 16-08-00388).*

1. Roth, G., Schreiber, S.J., Pushed beyond the brink: Allee effects, environmental stochasticity, and extinction, *Journal of Biological Dynamics* (2014)
2. Bashkirtseva, I., Ryashko, L., Tsvetkov, I., Sensitivity analysis of stochastic equilibria and cycles for the discrete dynamic systems, *Dynamics of Continuous, Discrete and Impulsive Systems, Series A*. (2010)

## **УПРАВЛЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИМ КОЛЕБАНИЯМИ В МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С ЖЕСТКИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ**

Беляева Т.Д.<sup>1\*</sup>, Башкирцева И.А.<sup>2</sup>

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [mizgireva96@outlook.com](mailto:mizgireva96@outlook.com)

## **CONTROLLING THE STOCHASTIC OSCILLATIONS IN A MODEL OF ELECTRONIC GENERATOR WITH HARD EXCITATION**

Belyaeva T.D.<sup>1\*</sup>, Bashkirtseva I.A.<sup>2</sup>

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

We consider the Van der Pol model of the electronic generator with hard excitation in presence of noise. The bifurcation analysis of the deterministic model is carried out. The phenomena of the destruction of self-oscillations and generation of the trigger mode are studied. We solve the problem of control of the dispersion of random trajectories around attractors.

В работе рассмотрена модель электронного осциллятора Ван-дер-Поля с жестким возбуждением колебаний, находящаяся под влиянием случайных возмущений. Осциллятор Ван-дер-Поля является одной из важных моделей в нелинейной динамике, описывающей колебания в электронных генераторах.

В работе проведен бифуркационный анализ детерминированной модели, выявлены зоны моно- и бистабильности. Проведено численное моделирование поведения системы в присутствии случайных возмущений и проиллюстрированы явления срыва автоколебаний и генерации триггерного режима в зоне сосуществования равновесия и предельного цикла. С помощью техники функции стохастической чувствительности и метода доверительных областей [1] параметрически исследованы явления индуцированной шумом генерации и подавления автоколебаний. Проведен анализ разброса случайных траекторий вокруг



аттракторов модели, где в качестве меры используется стохастическая функция чувствительности, задающая гауссову асимптотику стационарной плотности распределения.

Исследована задача управления [2], связанная с формированием вокруг точки покоя распределения случайных траекторий с заданной ковариацией. Данная задача сведена к синтезу регулятора, формирующего желаемую функцию стохастической чувствительности равновесия или цикла [3]. Эта теория используется при построении регуляторов, стабилизирующих в присутствии случайных возмущений рабочие режимы электронного осциллятора Ван-дер-Поля. В работе получены явные формулы коэффициентов регулятора, стабилизирующего равновесие модели Ван-дер-Поля и обеспечивающего заданный разброс случайных траекторий. Решена задача стабилизации неустойчивого равновесия. Исследована задача управления разброса случайных траекторий вокруг устойчивого предельного цикла, отвечающего колебательному режиму осциллятора. Построенные регуляторы использованы для стабилизации колебательного режима и решена задача предотвращения индуцированного шумом срыва автоколебаний.

*Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант 16-08-00388).*

1. Bashkirtseva I., Ryashko L., Math. Comput. Simulat., 66,55 (2004)
2. Черноусько Ф.Л., Акуленко Л.Д., Соколов Б.Н., Управление колебаниями, Наука (1980)
3. Ryashko L., Bashkirtseva I., Automat. Remote Control, 69, 1171 (2008).

## **ОБЗОР МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Шокиров Б.Г.\*, Кара-Ушанов В.Ю.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [shookirov@gmail.com](mailto:shookirov@gmail.com)

## **A REVIEW OF MODELS FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF SCIENTIFIC RESEARCH**

Shokirov B.G.\* , Kara-Ushanov V.Yu.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

The paper gives an overview of analogues in assessing the effectiveness of scientific research. The evaluation of the models and their criticism is made. Suggested ways to improve analog models.

Оценка эффективности научных исследований всегда была и остается актуальной проблемой управления научными исследованиями. Соответствующие проблемы разрабатывает раздел науковедения – наукометрия. Для оценки эффективности научных исследований используются наукометрические показатели.

Учет наукометрических показателей осуществляется на основе той или иной модели. Для сопоставления абсолютных показателей в числовом выражении применяется их балльное представление, основанное на экспертной оценке соответствующего вида деятельности. Оценка эффективности научных исследований может производиться на основе математических моделей с применением вычислительных методов. В таблице 1 представлены результаты сравнения моделей-аналогов.

Таблица 1 – Оценка аналогов

Название аналога	Источник	критерии оценки			$\Sigma$
		математическая модель	интегральная оценка эффективности	показатели	
Математическая модель оценки эффективности работы производственной системы – кафедры университета	[1]	1,0	1,0	1,0	3,0
Оценка эффективности научно-исследовательских работ студентов	[2]	0,0	1,0	0,5	1,5
Концептуальная модель оценки эффективности инновационной деятельности	[3]	0,0	0,5	0,5	1,0
Критерии оценки эффективности деятельности научных учреждений	[4]	1,0	0,5	0,5	2,0

Нам кажется наиболее предпочтительной математическая модель [1], использующая производственную матрицу, которая представляет эффективность профессиональной деятельности по двум измерениям: «показатели деятельности» и «сотрудники». Однако матричная модель не дает представление о динамике изменения показателей и тенденции их изменения.

Более перспективной является многомерная модель, получившая широкое распространение в информационных системах, основанных на OLAP-технологии многоаспектного анализа актуальной информации. К двум уже упомянутым измерениям можно добавить временные измерения, «месяцы», «кварталы», «годы». Фактор времени является типичным для систем поддержки при-

нения решений на основании анализа динамики изменения показателей профессиональной активности.

Средства реализации многомерной модели известны. В MS Excel и MS Access это т.н. сводные таблицы. В системах программирования для этих целей используется т.н. «куб решения».

1. А.Ф. Зубков, И.В. Есаулова, Э.А. Хорошева, Математическая модель оценки эффективности работы производственной системы – кафедры университета
2. И.В. Клещева Оценка эффективности научно-исследовательских работ студентов
3. О.О. Емельянов Концептуальная модель оценки эффективности инновационной деятельности
4. Т. С. Королева, И. А. Васильев, И. О. Торжков Критерии оценки эффективности деятельности научных учреждений

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МАРШРУТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТ В РАДИАЦИОННЫХ ПОЛЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУПЕРВЫЧИСЛИТЕЛЯ**

Григорьев А.М.<sup>1\*</sup>, Ташлыков О.Л.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> ИММ УрО РАН, Екатеринбург

<sup>2)</sup> Уральский федеральный университет, Екатеринбург

\*E-mail: [ag@uran.ru](mailto:ag@uran.ru)

## **SOLUTION THE PROBLEM OF ROUTE OPTIMIZATION OF WORKS IN RADIATION FIELDS WITH THE USING A SUPERCOMPUTER**

Grigoryev A.M.<sup>1\*</sup>, Tashlykov O.L.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> N.N. Krasovskii Institute of Mathematics and Mechanics, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The importance of route optimization in performing work in non-stationary radiation fields for minimizing personnel exposure doses is substantiated.

Дозы облучения снижают воздействием на факторы времени, расстояния, радиационный параметр [1], [2]. Эффективным способом снижения дозовых затрат персонала является маршрутная оптимизация работ [3].

Исследуемая постановка имеет прототипом труднорешаемую задачу коммивояжера (ЗК), но содержит особенности качественного характера (условия предшествования, функции стоимости, учитывающие обход препятствий). Многочисленные варианты постановок ЗК вызывают интерес к развитию методов эффективного решения задачи.

В работе рассмотрен вариант динамического программирования, не предусматривающий построения полного массива значений функции Беллмана. Использована схема независимых вычислений слоев данной функции [4], построение параллельного алгоритма вычисления значений функции Беллмана с применением суперкомпьютера. Алгоритм реализован на суперкомпьютере «Уран». В эксперименте использовано 16 узлов кластера по 12 вычислительных ядер (всего 192 ядра). Стоимость перемещения из одного узла сетки в соседний узел генерировалась случайным образом в пределах от 0,3 до 1. Точка старта и точка финиша – вход в радиационно-опасное помещение. В результате определен оптимальный маршрут с минимальными дозовыми затратами (время счета 15 с).

Сравнение результатов разработанного алгоритма с жадным алгоритмом и при случайном выборе маршрута показало, что жадный алгоритм дает результат на 32,7%, а для случайного маршрута на 159,42% больше оптимального.

Разработанный алгоритм актуален для оптимизации маршрута перемещения специалистов АСФ при радиационной аварии, а при нормальной эксплуатации – для проведения измерений дозиметристами в заданных точках помещений.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 17-08-01385, 18-38-00039, 18-07-00637).*

1. Наумов А.А., Ташлыков О.Л. Минимизация дозовых затрат при ремонтном обслуживании систем и оборудования АЭС // Изв. вузов. Ядерная энергетика. 2010. №1. С.80
2. Ташлыков О.Л. Методы оценки и снижения дозовых нагрузок при ремонте АЭС: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009
3. Коробкин В.В., Сесекин А.Н., Ташлыков О.Л., Ченцов А.Г. Методы маршрутизации и их приложения в задачах повышения безопасности и эффективности эксплуатации атомных станций. М.: Новые технологии. 2012
4. Chentsov, A.G., Grigoryev A.M. Dynamic programming method in the route problem: the scheme of independent calculations. Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie, 17(12), 834(2016)

# МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЭВОЛЮЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ

Гусев А.О., Мартюшев Л.М.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [XPbIM3@gmail.com](mailto:XPbIM3@gmail.com)

## SIMULATION OF SOME EVOLUTION REGULARITIES BASED ON THERMODYNAMICAL LAWS

Gusev A.O., Martyushev L.M.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Computer simulation of biological evolution using Conway's Game of Life model, but based on thermodynamical laws.

Построение теории эволюции является актуальнейшей задачей с точки зрения наших фундаментальных представлений об окружающем мире. Гипотеза Дарвина об естественном отборе как основной движущей силе биологической эволюции является одной из важнейших и конструктивных идей, лежащих в основе классической эволюционной теории. Среди существующих проблем, вставших перед данной теорией, является объяснение направленности эволюции, а также изолированность положенных в ее основу принципов от общих принципов существующих в других естественных науках, в частности в физике. Так в современной неравновесной термодинамике существует ряд вариационных принципов, связанных с энтропией, и описывающих эволюцию систем [1]. Дополнительно к этому в самой общей биологии существуют утверждения, связывающие направление и скорость эволюции с метаболизмом и диссипацией энергии (см., например, [1]). Нельзя ли приняв за основу некий теплофизический принцип прийти к принципам, существующим в эволюционной биологии? Для ответа на этот вопрос полезным является построение простых эволюционных симуляционных моделей на основе теплофизических принципов и последующая интерпретация получающихся в них результатов с позиции классической эволюционной теории.

В рамках обсуждаемой проблемы в программной среде C++ построена простейшая компьютерная модель. Правила игры в этой модели в чем-то схожи с правилами игры «жизнь» Коэна. Действие происходит на квадратной сетке поля игры. На поле случайным образом разбросаны «игроки» - можно интерпретировать их как простейшие организмы. Организмы наделены начальным запасом энергии и свойственным им КПД. Заданы правила, согласно которым организмы, шагая по сетке, расходуют свой запас энергии. Встречаясь - размножаются, израсходовав энергию – умирают.

Приведенные выше правила позволяют получить достаточно нетривиальные поведения со временем как пространственного распределения частиц, так и функции распределения по энергии системы. Проанализированы области управляющих параметров модели, при которых система может не ограничено долго развиваться или же напротив достаточно быстро прекращать свое существование. Очевидно, что рассматриваемая здесь модель не позволяет смоделировать появление нового вида. Однако полученные здесь результаты моделирования будут положены в основу следующего этапа моделирования - возникновения нового вида с существенно отличными от “родителей” свойствами.

1. Martyushev L.M., Entropy 15(4) (2013) 1152-1170.

## **РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСПОРТНО-УПАКОВОЧНОГО КОНТЕЙНЕРА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБЛУЧАТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА**

Балдин А.М., Васютин Н.А.\*, Литовченко В.Ю., Орлов К.Е., Ташлыков О.Л.

Уральский Федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н.Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [vasutinwasdek@mail.ru](mailto:vasutinwasdek@mail.ru)

## **CALCULATION OF RADIATION PROTECTION THICKNESS OF TRANSPORT-PACKAGING CONTAINER FOR EXPERIMENTAL IRRADIATING DEVICE**

Baldin A.M., Vasutin N.A., Litovchenko V.Yu., Orlov K.E., Tashlykov O.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The report provides methods and results of radiation protection calculations for transport-packaging container intended for experimental irradiating device.

В Научно-исследовательском технологическом институте им. С. П. Капицы Ульяновского государственного университета была проведена оптимизация облучательного устройства для наработки  $^{60}\text{Co}$ . Устройство позволяет производить накопление  $^{60}\text{Co}$  со средней удельной активностью более 250 Ки/г, при этом время облучения составляет не более 3 лет. Устройство предназначено для размещения в ячейку боковой зоны воспроизводства реактора БН-600 [1].

Устройство содержит 14 мишеней для накопления  $^{60}\text{Co}$ . Каждая мишень представляет собой стальную оболочку, диаметром 6.9x0.4 мм с расположенным на ее оси стальным вытеснителем, диаметром 3 мм. В кольцевом зазоре между оболочкой и вытеснителем засыпан кобальт  $^{59}\text{Co}$  (засыпка имеет кубическую фракцию, плотность засыпки 4.5 г/см<sup>3</sup>). Мишени, установленные в облу-



чительное устройство, образуют кольцо, снаружи и внутри которого размещены элементы с замедлителем – гидридом циркония  $ZrH_{1.85}$ .

Транспортировка устройства, в котором наработано необходимое количество  $^{60}Co$  затруднительна, поскольку мощность эквивалентной дозы на поверхности устройства очень велика [2].

В рамках решения данной проблемы, были произведены расчеты для нахождения оптимальной толщины слоя защитного материала для транспортного контейнера. В качестве защитных материалов были выбраны чистый свинец, чистый вольфрам, а также обедненный уран.

Расчет эквивалентной дозы, создаваемой устройством на внешней поверхности пенала, изготовленного из защитного материала, производился с помощью программного обеспечения, реализующего численный метод Монте-Карло.

Расчет производился для кобальтового источника, активностью 300 кКи.

В результате расчета, были получены данные о необходимой минимальной толщине слоя защиты, обеспечивающего мощность эквивалентной дозы излучения на внешней поверхности контейнера не более 2 мЗв/ч, что соответствует III транспортной категории.

1. А.В. Варивцев, И.Ю. Жемков, Е.Г. Романов, М.Ю. Тихончев, Ю.Г. Топоров. Физическая оптимизация облучательного устройства для накопления кобальта-60 высокой удельной активности в реакторе БН-600 // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 16, №6, 2014
2. В. В. Мальцев, А. И. Карпенко, В. В. Головин Опыт наработки радионуклида  $Co-60$  в быстром натриевом реакторе БН-600 большой мощности // Conversion in machine building of Russia, 2000. №3

## **NEW METHOD TO IMPROVE MATERIAL DATABASE FOR CASTING SIMULATION**

Ogorodnikova O.M., Shashkova V.V., Yeltsin S.V.\*

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

\*E-mail: [yeltsin.sv@gmail.ru](mailto:yeltsin.sv@gmail.ru)

Nowadays, computer simulation of casting technologies has become an important part of CAD/CAE/CAM design and digital production in machine building industry. Simulation of technological processes allows predicting many possible defects at early stage of manufacturing. The accuracy of such predicting is largely determined by reliability of input data for computation.

The basic computational procedures using CAE (Computer Aided Engineering) software for analysis of casting technologies include numerical solution of the non-linear heat transfer equation. The coefficients of the equation are the thermo-physical properties of a cast alloy and mold materials. These properties are mandatory input data for primary computer modelling of unsteady temperature fields during solidification of the cast alloy in the mold.

In this study, the database of mold materials for LVMFlow CAE software was improved and supplemented. The LVMFlow program was developed by Russian specialists but didn't contain all the mold making materials needed. First of all, compositions and properties of the materials are not universal and require adjustments for a particular foundry. For several reasons, it is not possible to measure the necessary high-temperature properties in the laboratory.

A new method to improve and restore thermal properties of materials in CAE database was proposed and tested in foundry conditions. The method is based on advanced Levenberg-Marquardt algorithm for multi-dimensional optimization and combines computational and experimental procedures. The experiments were utilized under real conditions at the factory to test and verify the developed method.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКАНИЯ НАНОКРИСТАЛЛОВ ОКСИДНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ**

Грачева Ю.Ю.\*, Некрасов К.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [gracheva.y@inbox.ru](mailto:gracheva.y@inbox.ru)

## **SIMULATION OF THE PROCESS OF SINTERING OF OXIDE NUCLEAR FUEL NANOCRYSTALS BY THE METHOD OF MOLECULAR DYNAMICS**

Gracheva Y.Y., Nekrasov K.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. A molecular-dynamic simulation of sintering of (U,Pu)O<sub>2</sub> nanocrystals with parallelization of the computations on the graphics processing units of the CUDA architecture was carried out. Based on the temperature dependence of the energy of the system, the dependence of the sintering rate on the mutual orientation of the nanocrystals, the ratio of the cations of uranium and plutonium, and the temperature were obtained.

В настоящей работе рассмотрено моделирование спекания нанокристаллов (U,Pu)O<sub>2</sub>. Параметры таблеток, получаемых в результате спекания, зависят от множества факторов. Так, например, размер и форма частиц (зависящие от тем-



пературы восстановления диоксида урана) исходного порошка влияют на конечную плотность.

При атмосферном спекании важной характеристикой является кислородный потенциал, влияющий на температурный режим и время спекания. Если при температуре спекания он равен или близок к кислородному потенциалу  $(U,Pu)O_2$ , атмосфера считается нейтральной. На практике нейтральную атмосферу можно рассматривать на примере вакуума.

Варьируя отношение кислорода к катионам можно добиться хороших характеристик для спечённых таблеток. Выявлено, что с увеличением содержания урана в исходного порошка, уменьшается плотность конечного продукта [1]. Коэффициент диффузии ионов урана также зависит от отношения кислорода к веществу оксидного топлива. Свободный уран в нестехиометрических соединениях, дает избыточное число свободных электронов, которые повышают теплопроводность спеченных таблеток. Низкая теплопроводность может быть обусловлена наличием избыточного кислорода. Большие скорости нагревания при спекании, увеличивают скорость уплотнения, но сперва уплотняются поверхностные слои таблеток, как следствие, затрудняется выход газообразных продуктов. Режим охлаждения и нагревания спрессованных таблеток, должны быть оптимизированы [2].

Нами при моделировании спекания использовалась упрощенная модель. Два нанокристалла, имевших форму усеченного октаэдра, образованного кристаллографическими плоскостями  $(U,Pu)O_2$  типа (001) и (111), спекаются в ограниченном объёме. Спекание проводили в вакууме, исключая тем самым влияние атмосферы на процесс спекания. Модельные нанокристаллы в начале процесса соприкасались плоскостями {001}, {111}, либо гранями. Необходимая производительность моделирования обеспечивалась распараллеливанием критичных вычислений на графических процессорах архитектуры CUDA.

В ходе моделирования рассчитывали полную энергию системы, которая постепенно понижалась к оптимальному значению. На основании температурной зависимости энергии системы от времени определяли скорость спекания. Получены зависимости скорости спекания от взаимной ориентации нанокристаллов, соотношения катионов урана и плутония, температуры.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №16-52-48008 ИНД\_оми.*

1. Wang H., Liu J. et al., Journal of the European Ceramic Society, 3, 1081 (2015).
2. Б. А. Калинин, Физическое материаловедение, МИФИ (2008).

# **СВЯЗАННЫЕ СТОХАСТИЧЕСКИЕ ОСЦИЛЛЯТОРЫ: ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АТТРАКТОРОВ И ПЕРЕХОД К ХАОСУ**

Рязанова Т.В. \*, Татарова Д.Д.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [tatyana.ryazanova@urfu.ru](mailto:tatyana.ryazanova@urfu.ru)

## **STOCHASTIC COUPLED-LOGISTIC MAP: SENSITIVITY OF ATTRACTORS AND TRANSITION TO CHAOS**

Ryazanova T.V. \*, Tatarova D.D.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The coupled-logistic map that is used in cryptographic algorithms for data transmission is studied. Different regimes of coexisting and bifurcations are discussed. Considering external random perturbation, we investigate a mechanism of conversion to chaos through noise-induced transitions.

Для работы многих криптографических алгоритмов, использующихся при передаче данных, необходим хаос, который скрывает эти данные и препятствует дешифрованию сигнала [1-3]. Однако источник хаоса должен отвечать определенным требованиям: в частности, генерируемые им «помехи» должны быть действительно максимально случайными, не содержащими никаких закономерностей, которые можно выявить и использовать в качестве уязвимости в алгоритме. Помимо этого, важна надежность источника: небольшие изменения значений параметров рассматриваемой в качестве источника математической модели не должны приводить к выходу из хаотического состояния.

Предметом рассмотрения в данной работе является система связанных логистических осцилляторов, подверженная внешнему случайному воздействию

$$x_{n+1} = \alpha x_n (1 - x_n) + d_1 (y_n - x_n) + \varepsilon \xi_n,$$

$$y_{n+1} = \alpha y_n (1 - y_n) + d_2 (x_n - y_n) + \varepsilon \eta_n.$$

Исследуется сначала как база детерминированный случай ( $\varepsilon = 0$ ), а затем подробно изучается стохастический ( $\varepsilon \neq 0$ ).

В детерминированной системе фиксируются два значения базового параметра логистических уравнений ( $\alpha = 2.1$ ,  $\alpha = 3.2$ ) и изучаются возникающие бифуркации и режимы сосуществования различных аттракторов в зависимости от изменения параметров связи ( $d_1$ ,  $d_2$ ). Особое внимание уделяется значениям параметров, при которых наблюдается переход системы к хаотическому поведению.

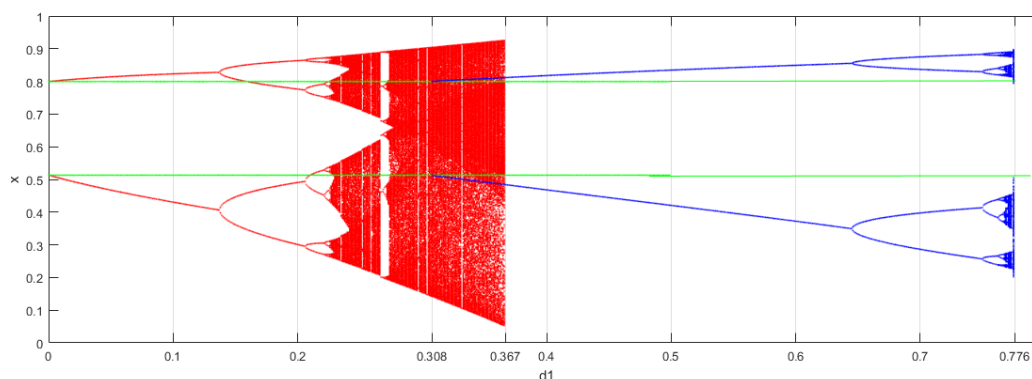


Рис. 1 Бифуркационная диаграмма для  $\alpha = 3.2$ ,  $d_2 = 0.05$ .

На рис. 1 представлена бифуркационная диаграмма для выбранных значений базового параметра и одного из параметров связи.

В стохастическом случае, когда система дополнительно подвергается внешнему воздействию, исследуется зависимость хаотических режимов от интенсивности возмущения. Для предсказания условий наиболее вероятного перехода к хаосу, на основе функции стохастической чувствительности и метода доверительных областей [4], исследуется чувствительность регулярных аттракторов и находятся значения критических интенсивностей. Изучается механизм перехода к хаосу через индуцированные шумом переходы.

1. Matthews R., Cryptologia, 13, 29–42 (1989).
2. Argyris A, Syvridis D, Larger L, Lodi VA, Colet P, et al., Nature, 438, 343-346 (2005).
3. L'Her A., Amil P., Rubido N., Marti A.C., Cabeza C., Eur. Phys. J. B., 89: 81 (2016).
4. Bashkirtseva I., Ekaterinchuk E., Ryashko L., Journal of Difference Equations and Applications, 22, 376-390 (2015).

## ОЦЕНКА ОНТОЛОГИИ ЭПИДЕМИОЛОГА

Кудашкина А.С.\*, Аверьянова А.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [nastena0027@mail.ru](mailto:nastena0027@mail.ru)

## EVALUATION OF THE EPIDEMIOLOGIST'S ONTOLOGY

Kudashkina A.S.\*, Averyanova A.N.,

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The purpose of this study is to build an ontology of the epidemiologist's activity and evaluate it. Then this data will be used to select the search algorithm for this ontology.

При работе с онтологией важно учитывать её качество. В данной работе использовались количественные методы оценки.

В качестве прототипа взята иерархия деятельности эпидемиолога [1]. По ней в среде Protégé была построена онтология и выполнена оценка качества. Для расчёта использовались метрики, приведённые в статьях [2, 3].

Результаты представлены в таблице.

Значение основных метрик

Критерий	Значение
Количество различных циклов в графе	0
Количество вершин, имеющих несколько родителей, деленное на количество вершин в графе	0
Количество вершин, у которых есть и листья, и нелистовые вершины в качестве детей, по отношению ко всему количеству вершин, у которых есть листья среди детей	0.14
Отношение количества вершин с нормальной степенью по отношению ко всем вершинам	1.0
Среднее квадратичное отклонение степени вершины графа	2.61
Среднее квадратичное отклонение глубины, деленное на среднюю глубину	0.36
Среднее квадратичное отклонение детей-листьев у предпоследних вершин в графе	1.33
Максимальное отношение ширины соседних уровней	3.5

Для оценки качества онтологии использовались следующие определения:

- листья - вершины, не имеющие детей;
- потомок вершины – это вершина, в которую заходит дуга, исходящая из вершины;
- степень вершины - количество дуг, для которых она является концевой;
- нормальная степень вершины – это вершина, у которой суммарное число входящих и исходящих ребер не превышает 9.

Из расчёта метрик можно сделать вывод, что онтология не сильно сбалансирована. Есть вершины, содержащие листовые и нелистовые вершины. Значение глубины (ширины) на разных уровнях отличается в разы.

Проверяемая онтология не содержит критических ошибок, связанных с наличием циклов. Все вершины с нормальной степенью.

Если дальше развивать данную онтологию, то количество вершин резко возрастёт.

Оценка производилась с точки зрения математики, без учёта смыслового наполнения вершин. Качество знаний в онтологии может оценивать только эксперт.

По данным можно будет анализировать, какой алгоритм поиска лучше подойдёт для нашей онтологии.

1. Грицюк Е.М., Развитие многоролевой деятельности госпитального эпидемиолога путем ее моделирования, Медицина и здравоохранение: материалы III междунар. науч. конф., с. 69-75(2015).
2. Гаврилова Т.А., Горовой В.А., Болотникова Е.С., Оценка когнитивной эргономичности онтологии на основе анализа графа, Искусственный интеллект и принятие решений, № 3, с.33-41(2009).
3. Болотникова Е.С., Гаврилова Т.А., Горовой В.А., Об одном методе оценки онтологий, Известия ран. теория и системы управления, № 3, с. 98-110 (2011).

## **ВЫБОР ПРОТОТИПА ДЛЯ СИСТЕМЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СОСТОЯНИЯ БОЛЬНОГО**

Конев А.А.<sup>\*</sup>, Кудрявцев А.Г.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [int3rs3kt@gmail.com](mailto:int3rs3kt@gmail.com)

## **SELECTION OF PROTOTYPE FOR THE PATIENT STATUS QUALITY SITUATIONAL MANAGEMENT SYSTEM**

Konev A.A.<sup>\*</sup>, Kudryavtsev A.G.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The issue of computer support for resolving situations related to patients who are not responding to treatment is considered.

Известны ситуации, когда больные плохо поддаются лечению, а именно когда длительное применение конкретных совокупностей медикаментов и процедур не приводит к выздоровлению. В связи со сказанным представляется актуальной задача формирования компьютерных подсказок (с помощью системы ситуационного управления качеством [1 - 3]) по дальнейшим схемам лечения.

Был проведен обзор аналогов. В качестве критериев для их сопоставления были рассмотрены возможность естественно-языкового описания имеющейся ситуации в виде последовательности этапов (что соответствует структуре истории болезни), естественно-языковая форма подсказки, а также ряд других.

В качестве прототипа был выбран продукт развития [2] системы ситуационного управления качеством результата техпроцессов [3], в составе которого – блоки: описания ситуации; приобретения знаний из текстов; кодирования и классификации информации; построения информационной модели управления; целеполагания; управления; декодирования информации; извлечения естественно-языковых запросов из описания ситуации; обработки запросов с нахождением ответов; анализа; контроля и учета; протокольного сопровождения с возможностью поиска сходных ситуаций (включая готовые подсказки по ним).

Для выбранного прототипа характерна недостаточная автоматизация блоков извлечения естественно-языковых запросов из текстов и протокольного сопровождения. Именно для извлечения запросов пользователю представляют список связей между терминами (из описания ситуации), которые должны быть отражены в запросах, и визуальные фокусы внимания на тексте описания ситуации, из совокупности которых должны быть извлечены запросы; в остальном требуются ручные операции. Далее для поиска сходных ситуаций по протоколу необходим его полный просмотр.

1. Антохина Ю.А., Ситуационное управление качеством проектов технического университета, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (2014).
2. Булдакова А.А., Кудрявцев А.Г., Физика. Технологии. Инновации: сборник научных трудов, 1 (2015).
3. Дудко В.А., Динамическое моделирование ситуационного управления промышленным предприятием, Тамбовский государственный технический университет (2004).

## **РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕНЕРАТОРА СИСТЕМНО-ОБОСНОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ**

Фирстков А.Л.<sup>1\*</sup>, Гольдштейн С.Л.<sup>1</sup>, Грицюк Е.М.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [firstk121@gmail.com](mailto:firstk121@gmail.com)

## **DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED GENERATOR SYSTEM-REASONABLE TECHNICAL ASSIGNMENT**

Firstkov A.L.<sup>1\*</sup>, Goldstein S.L.<sup>1</sup>, Gritsyuk E.M.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> State Autonomous Health Institution Sverdlovsk Region Multidisciplinary Clinical Medical Center "Bonum", Yekaterinburg, Russia



Annotation. The problem of an estimation of a situation with development of the automated generator of the system-reasonable technical specification for information systems is set and solved. A list of the immediate tasks required to complete the development is made.

Поставлена и решена задача оценки ситуации развития автоматизированного генератора системно-обоснованного технического задания (АГ СО ТЗ) на информационные системы и формулирования соответствующих заданий. Ситуация с задачей представлена следующим образом:

- 1) материалы по АГ СО ТЗ [1, 2] – объёмный пакет моделей и патентной документации, который может быть эффективно использован;
- 2) для работы генератора не хватает ещё 2-х систем [3]: шаблонов и интегратора. Система взаимодействия заказчика с разработчиком запрограммирована без учёта системы шаблонов, программная реализация АГ СО ТЗ недостаточно документирована и содержит отдельные ошибки;
- 3) отсутствуют модели динамики взаимодействия систем, что, по-видимому, может зависеть от проектировочной ситуации;
- 4) имеющиеся экранные формы частично (на 20-50%) не активны; не имеют единой логики и стиля;
- 5) для разработки генератора использованы: Visual Studio 2015, язык программирования с#, платформа .net, СУБД MSSQL;
- 6) выделение единого репозитория для информационных сырья, полуфабрикатов и продуктов разумно, но не достаточно формализованы действия по ситуативному упорядочению репозитория;
- 7) нет критериальной модели оценки качества функционирования систем и подсистем;

Для завершения разработки (домоделирования и допрограммирования) генератора целесообразна реализация следующих заданий:

- 1) обосновать выбор между однопользовательским и клиент-серверным приложениями и смоделировать взаимодействие клиентской и серверной частей, в случае выбора последнего,
  - 2) доработать систему «заказчик - разработчик»,
  - 3) выработать правила и рекомендации написания и оформления кода,
  - 4) составить модель классов разрабатываемых и изменяемых систем,
  - 5) разработать методику тестирования,
  - 6) предложить критериальную модель качества функционирования генератора,
  - 7) оценить экономическую перспективу генератора как товара и/или услуги, предложить финансовую модель.
1. Патент РФ №2011107371/08, 25.02.2011. Гольдштейн С. Л., Грицюк Е.М., Кожарская Г.В. Автоматизированный генератор технического задания для врача-проектировщика // Патент России № 2465646. 2012. Бюл. № 30.

2. С.Л. Гольдштейн, Е.Л. Грицюк, Г.В. Кожарская и [др.], Системная интеграция в здравоохранении, 1, 43 (2011).
3. Фирстков А.Л., Гольдштейн С.Л., Грицюк Е.М., Системная интеграция в здравоохранении, 6, 31 (2017).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОГРЕВА КОЛЬЦЕВОГО БАКА ВВЭР - 440**

Балакин Д.Ю. \*, Ташлыков О.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [balakin.serbishino@mail.ru](mailto:balakin.serbishino@mail.ru)

## **MODELING THE PROCESS OF HEATING OF THE VVER - 440 RING TANK**

Balakin D.Y. \*, Tashlykov O.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The construction of the ring tank is described. Methods of heating are shown. The modeling of the heating modes of the VVER-440 ring tank in various ways as part of the extension of service life is presented.

Кольцевой бак является биологической защитой ВВЭР-440, выполняет функции тепловой защиты бетонной шахты реактора, а также служит опорной конструкцией реактора [1].

В ходе продления сроков эксплуатации корпусов реакторов Кольской АЭС была проведена оценка срока службы кольцевых баков (КБ). Результаты оценки технического состояния показали, что из-за флюенса быстрых нейтронов, накопленного кольцевыми баками, их ресурс может быть продлен при условии постоянного подогрева воды в КБ до 60°C для компенсации радиационного охрупчивания металла КБ.

Предложены способы подогрева: установка погружных электронагревателей во все 24 секции бака; оснащение баков системой подогрева с помощью ленточного обогрева; отбор пара из второго контура для подогрева воды бака; оснащение баков системой подогрева с принудительной циркуляцией через внешний электронагреватель.

ОКБ «Гидропресс» был рассмотрен способ подогрева воды в КБ с использованием выносного электрического подогревателя с принудительной циркуляцией воды. Прочие варианты подогрева не рассматривались.

В представленной работе рассмотрено построение модели КБ с учетом перфорации в ребрах жесткости (в варианте ОКБ «Гидропресс» не учитывалась) и смоделирован процесс его прогрева с выносным подогревателем при помощи



SolidWorks. Как и ожидалось, перфорация оказала положительное воздействие на течение жидкости внутри бака.

Проведено также моделирование других вариантов подогрева (с погружными тенами и ленточным обогревом). Ленточный обогрев не требует выносного контура с принудительной циркуляцией, прост в монтаже и, следовательно, более выгоден экономически. Особый интерес представляет распределение температур в металле бака. Ленточный обогрев устанавливается непосредственно на днище. Полученные результаты дают возможность сравнить эти способы и выбрать оптимальный. Вариант с отбором пара является самым дорогим, потому что требует монтажа паропроводов и увеличение выработки пара.

1. Ташлыков О.Л., Кузнецов А.Г., Арефьев О.Н. Эксплуатация и ремонт ядерных паропроизводящих установок АЭС: В 2 кн. –М.: Энергоатомиздат, 1995.- Кн.1.
2. Балакин Д. Ю., Ташлыков О. Л. Реконструкция кольцевого бака реактора ВВЭР-440 // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург: УрФУ, 2017. С. 676-679

## **О МОДЕЛИ ТРАНСЛЯТОРА «МЕДИЦИНА-ФИЗИКА»**

Зимин А.О.<sup>1\*</sup>, Гольдштейн С.Л.<sup>1</sup>, Грицюк Е.М.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> ГБУЗ СО ДКБВЛ НПЦ "Бонум", Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [alexander\\_zm@mail.ru](mailto:alexander_zm@mail.ru)

## **ABOUT THE MODEL OF THE "MEDICINE-PHYSICS" TRANSLATOR**

Zimin A.O.<sup>1</sup>, Goldshtein S.L.<sup>1</sup>, Gritsyuk E.M.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> State financed Health Institution Sverdlovsk region Children's Clinical Hospital of remedial treatment Scientific-Practical Centre "Bonum", Ekaterinburg, Russia

Annotation. Based on the prototype computer translator, the system-technological model of the "medicine-physics" translator is proposed. It consists of six software units based on a computer with the details of the initial, intermediate and final information.

Проблема перевода широко известна в технике: кодирование - декодирование, цифроаналоговое - аналогоцифровое преобразования, транслятор - приемник, машинный перевод, и т.д. С появлением трансляционной медицины [1] по новому сложился комплекс задач взаимодействия медицинских организаций (МО) и носителей строгих знаний – научных организаций (НО).

Нами детализирована задача моделирования трансляции проблем МО в адрес НО с использованием в качестве прототипа трансляторов с языков высокого уровня до конечного кода, как это реализовано в IT.

Структура прототипа: устройство ввода, три анализатора, генератор кода, система управления [2]. На основе этой структуры нами представлена структурно-технологическая модель (рис.1) предлагаемого транслятора.

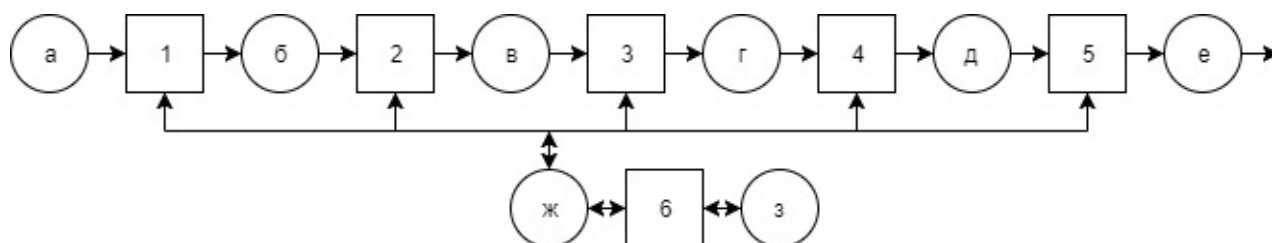


Рис. 1. Структурно-технологическая модель,

На рисунке: а – лозунги, проблематика, пожелания, «хотелки», ситуации неудовлетворенности качеством деятельности МО; 1 – устройство ввода устной или письменной информации в естественном и/или печатном виде; б – электронизированная информация; 2 – лексический анализатор; в – лексемы текста; 3 – синтаксический анализатор; г – синтаксические единицы; 4 – семантический анализатор; д – словник, реферат, онтология; 5 – генератор запроса к НО; е – запрос к НО; 6 – управляющая система; ж – запросы-ответы; з – управляющая программа.

Таким образом, транслятор «медицина-физика» призван обеспечить перевод нечеткой, неявной входной информации инициатора (заказчика) МО в достаточно хорошо структурированный задачник, понятный руководителю и специалистам НО.

1. Трансляционная медицина [Электронный ресурс] // [сайт]. URL: [http://www.almazovcentre.ru/?page\\_id=10962](http://www.almazovcentre.ru/?page_id=10962)
2. Пат. 2103728 Способ преобразования входной программы транслятора и устройство для его осуществления [Текст] / Сафонов В. О.; заявл. 24.10.1995; опубл. 27.01.1998.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФУЗИИ АТОМОВ КРИПТОНА В КРИСТАЛЛЕ ДИОКСИДА УРАНА МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Келлер Н.В., Некрасов К.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [n.keller1@mail.ru](mailto:n.keller1@mail.ru)

## MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION OF KRYPTON DIFFUSION IN $\text{UO}_2$ NANOCRYSTALS

Keller N.V., Nekrasov K.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Within the framework of molecular dynamics, the process of diffusion of single krypton atoms in  $\text{UO}_2$  nanocrystals was studied. The nanocrystals had a free surface and were isolated in a vacuum. Interstitial migration of atoms was observed, as well as the capture of atoms in the cation sublattice sites. Diffusion coefficients were obtained in the temperature range from 1000 K to 2000 K. The effective activation energy of diffusion was  $(0.89 \pm 0.06)$  eV.

В реакторном материаловедении существует проблема набухания топливных таблеток ( $\text{UO}_2$ ) вследствие накопления газовых продуктов деления (преимущественно Xe, Kr). Атомы нейтральных газов Xe и Kr, образующиеся в материале, имеют малую растворимость. В силу этого атомам нейтрального газа энергетически выгодно образовывать устойчивые комплексы с вакансиями, что приводит к стабилизации вакансий и процессу конденсации их, т.е к набуханию материала. Представляет интерес детальное исследование механизмов связывания и диффузии криптона в диоксиде урана посредством вычислительного моделирования.

Настоящая работа посвящена молекулярно-динамическому моделированию диффузии криптона в стехиометрическом диоксиде урана. Интегрирование уравнений движения проводили, используя алгоритм «прыгающей лягушки» с шагом по времени  $\Delta t = 3 \cdot 10^{-15}$  с.

Диффузия криптона рассматривалась в нанокристаллах октаэдрической формы из 5460 частиц, изолированных в вакууме. Атом криптона в начале вычислительного эксперимента занимал одну из междоузельных позиций, ближайших к центру кристалла. Взаимодействие атома с окружением описывали потенциалами [1]. Процесс моделирования продолжали до тех пор, пока атом не выйдет за пределы кристалла. Расчет проводится для температур от 1000 К до 2000 К. Для каждого значения температуры было сделано 40 расчетов. Коэффициент диффузии находили из соотношения Эйнштейна

$$D(T) = \frac{\langle r^2(t) \rangle}{6t}, \quad (1)$$

усредняя средние квадраты смещений атома ксенона по вычислительным экспериментам, проведённым при температуре  $T$ , аналогично [2].

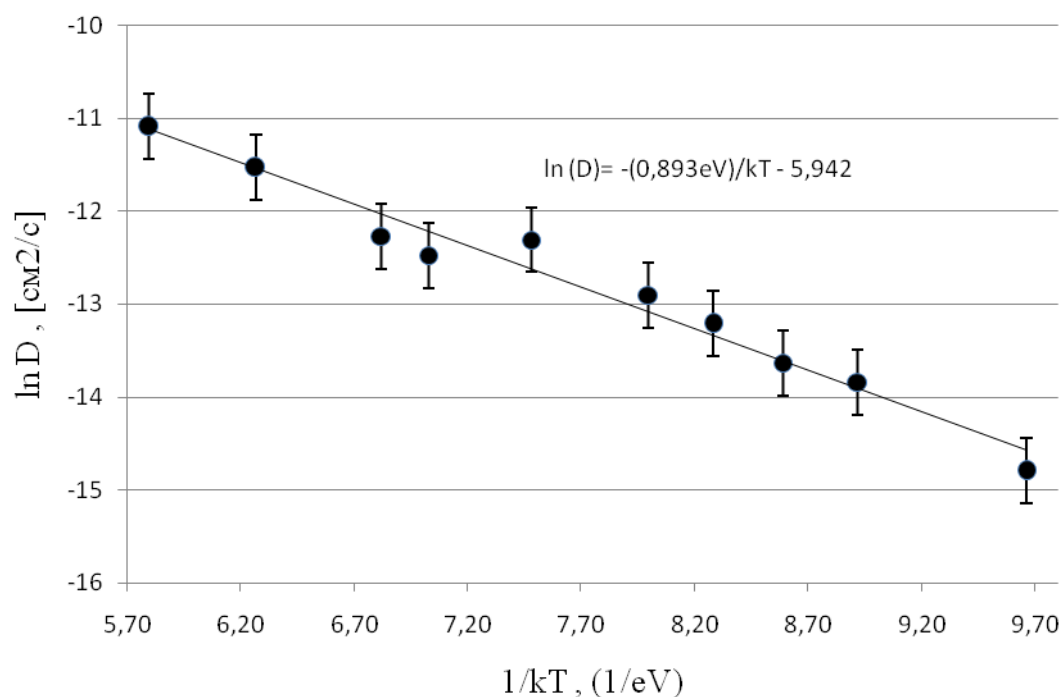


Рис. 1. Зависимость коэффициента диффузии от температуры

На рис. 1 показана зависимость коэффициента диффузии от температуры в координатах Аррениуса. По тангенсу угла наклона прямой зависимости можно найти энергию активации, которая составила  $E_D = (0.89 \pm 0.06)$  эВ.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №16-52-48008 ИНД\_оми.*

1. M.W.D. Cooper, N. Kuganathan et al., J. Phys.: Condens. Matter, 28 (2016).
2. Kichigina N.V., Nekrasov K.A., Kupryazhkin A.Ya., Gupta S.K. AIME (2017).

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ХОЛОДНОЙ ЛОВУШКЕ ПРИМЕСЕЙ

Александровский К.Е.\*, Асипцов Я.О., Ташлыков О.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [alexandrovsky.k@gmail.com](mailto:alexandrovsky.k@gmail.com)

## MODELING OF THERMOGIDRAULIC PROCESSES IN THE COLD TRAP

Aleksandrovskiy K.E.\*, Asiptsov.Ya.O. Tashlykov O.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The paper describes studies of sodium coolant flow regimes in the cold trap of the BN-800 reactor unit.

Серьезной проблемой РБН является очистка теплоносителя от примесей, так как высокая концентрация окислов натрия вызывает коррозию конструктивных материалов (количество продуктов коррозии, образующихся во втором контуре установки БН-600 при массовом содержании кислорода в натрии  $3 \cdot 10^{-3} \%$ , составляет около 60 кг в год) [1].

Основными источниками примесей в процессе эксплуатации являются защитный газ, конструкционные материалы, продукты ядерных реакций и осколки деления, проникновение примесей за счет диффузии и через имеющиеся неплотности [2].

В современных РБН для очистки натрия от примесей, в первую очередь окислов натрия, используют холодные ловушки примесей (ХЛП). В этих ловушках используется принцип зависимости растворимости примесей в теплоносителе от температуры: если натрий, в котором при некоторой температуре растворены примеси почти до насыщения, охладить до более низкой температуры, то получится пересыщенный раствор, и избыток примесей закристаллизуется и выпадет в осадок [3].

Частичное заполнение объема ХЛП оксидами натрия изменяет параметры процесса теплообмена, на исследование которых и направлена эта работа.

С помощью дополнительного модуля Flow Simulation программного комплекса САПР SolidWorks был создан проект, воспроизводящий теплогидравлические процессы, происходящие в холодной ловушке примесей реакторной установки БН-800.

Работа включает в себя исследование теплогидравлических режимов работы холодной ловушки при содержании в очищаемом натрии примесей с концентрацией 0,002 вес.% и различной толщиной оксидных отложений в зависимости от расхода натрия. Определяются оптимальные режимы течения натрия через ловушку.

1. Усынин Г.Б., Кусмарцев Е.В., Реакторы на быстрых нейтронах, Энергоатомиздат (1985).
2. А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин., Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем, УрФУ (2013).
3. Архипов В.М., Техника работы с натрием на АЭС, Энергоатомиздат (1986)

## **О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ МОТИВИРОВАНИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЯ**

Боброва Е.Г.\*, Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [bobrova.bodmig@yandex.ru](mailto:bobrova.bodmig@yandex.ru)

## **ABOUT MATHEMATICAL MODELS OF MOTIVATION AND STIMULATION**

Bobrova E.G., Goldstein S.L., Dontsov O.G.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The thesis provides an overview of the collection of mathematical models of motivation and incentives, as well as their analysis and evaluation, which resulted in selecting suitable models for further work.

На основании концептуальных моделей мотивирования и стимулирования [1] первое отнесено к процессу воздействия на человека при помощи пробуждения в нем конкретных мотивов на основе личностных психологических качеств самого человека, а второе - к процессу удовлетворения потребностей работника со стороны работодателя, по большей части материальных, и потребностей бизнеса в развитии показателей производительности. Это позволило сформулировать требования к составлению коллекции математических моделей из литературных источников, анализу и отбору подходящих для дальнейшего использования.

Предварительная оценка математических моделей  
(1-мотивирование, 2-стимулирование, А-использование размерностей, Б-  
количество уровней детализации, В-соответствие концептуальным моделям [1])

	Конечные формулы	Ссылка	Оценки по критериям:		
			А	Б	В
1	$E_M = f_L * f_P$	[2]	-	5	+
	$M_{SR} = \frac{1}{k} \cdot M_R$	[3]	-	4	+
	$X = R \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{2F\sqrt{RA}}{Q(R+A+F)} \frac{dy}{dt} + \frac{A}{Q^2} y$	[4]	+	5	+
2	$\sigma^*(g) = \underset{\sigma \in M}{\operatorname{argmax}} K(\sigma)$	[5]	+	6	+
	$\mu_A^* = \min \left\{ M, \frac{2x - (2x-1)(1-x)M - \beta^*}{1 - (2x-1)^2} \right\}$	[6]	+	4	+
	$CR = (1 - Pr) * RCP$	[7]	+	3	+

$E_M$  – функция эффективности мотивационных мер,  $f_L$  – функция лояльности,  $f_P$  – функция психологической готовности,  $M_{SR}$  – средняя мотивация,  $k$  – число сотрудников,  $M_R$  – результирующая мотивация,  $\sigma^*(\cdot)$  – оптимальная система стимулирования,  $K(\sigma)$  – максимальная эффективность системы стимулирования,  $x$  – доля усилия на конкретную задачу,  $\beta^*$  – оптимальный стимул, предлагаемый агенту,  $\mu_A^*$  – эффективный уровень стимулирования,  $Pr$  – доля прибыли, направляемой на поощрение работников управления согласно контрактным условиям,  $RCP$  – величина прироста чистой прибыли.

Полагаем целесообразным использование всех приведенных в таблице моделей на конкретных эмпирических данных, например, медицинского центра «Бонум», г. Екатеринбург.

1. Боброва Е.Г., Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г., Системная интеграция в здравоохранении, 7(37), 12 (2017).
2. Ажмухамедов А.И., Проталинский О.М., Вестник СГТУ, 3(80), 107 (2015).
3. Бугорский В.Н., Котляров И.Д., Фомин В.И., Прикладная информатика, 3(9), 114 (2007).
4. Либерман Я.Л., Либерман Я.Л., Прогрессивные методы мотивирования жизненной активности в период поздней, Банк культурной информации, (2001).
5. Новиков Д.А., Механизмы стимулирования в организационных системах, М.: Синтез (2003).
6. Prendergast C.J., *American Economic Review Papers and Proceedings*, 98(2), 201 (2008).
7. Оскорбин Н.М., Машуков В.И., Лелетко В.И., Известия Алтайского государственного университета, 1(57), 71 (2008).



# КЛАССИФИКАЦИЯ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ТЕКСТОВ С ПОМОЩЬЮ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Амиева А.М.<sup>1\*</sup>, Филимонов В.В.<sup>1</sup>, Живодёров А.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Центральная научная библиотека УРО РАН, Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [amieva\\_nastya@mail.ru](mailto:amieva_nastya@mail.ru)

## THE CLASSIFICATION OF RUSSIAN TEXTS WITH THE HELP OF FACTOR ANALYSIS

Amieva A.M.<sup>1\*</sup>, Filimonov V.V.<sup>1</sup>, Zhivoderov A.A.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Central Scientific Library Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

This work describes the parameters for the attribution of Russian-language texts and the methods for obtaining them. The technique of machine attribution of Russian-language texts is presented. The methodology is based on applying factor analysis to study the relationships between parameters.

В наших работах [1–4] представлены результаты исследования текстов методами частотного анализа и при помощи модели случайных блужданий. В указанных работах нами рассматривалась повторяемость отдельных букв и их троек (триграмм). Под триграммой мы понимаем три гласные буквы, последовательно появляющиеся в тексте. Указанные подходы были выбраны нами, т.к. они:

- являются объективными;
- позволяют избавиться от субъективных и конвенциональных эффектов;
- связаны с цифровой обработкой данных [1].

В ходе исследований нами был получен и использован ряд параметров. Они могут быть использованы в качестве атрибутов текста. В настоящей работе мы исследуем взаимосвязи между параметрами с помощью факторного анализа. Нами были использованы следующие параметры:

1. величина статистики  $\chi^2$  [2];
2. коэффициент пропорциональности из закона больших чисел ( $c$ ) [3];
3. коэффициент диффузии ( $D$ ) [4];
4. относительная поправка к закону Эйнштейна ( $RC$ );
5. год создания текста;
6. процент сжатия текста (%);
7. частоты появления в тексте отдельных гласных букв ( $\omega_i$ ) (9 частот).

Исследования проводились на русскоязычных текстах (по 100 текстов из трёх групп текстов — художественные, научные, административные).

В результате нашего исследования 15 параметров были распределены по 6 факторам и провели классификацию текстов методом дискриминантного анализа.

Изучение взаимосвязей между параметрами позволит получить более точную классификацию русскоязычных текстов по их направленности (поэзия, художественная проза, научные тексты, публицистика, административные и религиозные тексты).

Результаты нашей работы могут быть использованы для разработки алгоритмов машинной атрибуции текстов без предварительной экспертной оценки и без учёта его смысла.

1. Амиева А.М., Крамаренко А.А. и др. Новые информационные технологии в образовании и науке, 371–375 (2017).
2. Филимонов В.В., Амиева А.М., Сергеев А.П. Информация: передача, обработка, восприятие, 164–174 (2016).
3. Филимонов В.В., Амиева А.М. и др. Информация: передача, обработка, восприятие, 10–18 (2017).
4. Крамаренко А.А., Филимонов В.В. и др. Информация: передача, обработка, восприятие, 138–164 (2017).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА**

Панова А.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [96alena1995@mail.ru](mailto:96alena1995@mail.ru)

## **MODELING OF THE DISTRIBUTION FUNCTION OF A ROTATING RAREFIED GAS**

Panova A.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. In this paper, we consider a plane axisymmetric test problem on the convergence of the numerical solution of the model kinetic equation of Bhatnagar-Gross-Kruk (BGK) from the initial approximation for the distribution function to the known equilibrium distribution function corresponding to the state of quasi-solid gas rotation in the cylinder.

В общем случае моделирование течений вращающегося разреженного газа представляет собой достаточно трудную задачу, которая требует решения многомерного кинетического уравнения Больцмана для функции распределения молекул по скоростям и координатам с соответствующими граничными услови-

ями. Эффективным методом получения функции распределения в произвольном режиме течения от молекулярного до вязкого является метод дискретных скоростей. Однако существует необходимость исследования применимости данного метода и оценки его точности в случае быстро вращающегося газа

В работе рассматривается плоская осесимметричная тестовая задача о сходимости численного решения модельного кинетического уравнения Бхатнагара-Гросса-Крука (БГК) от начального приближения для функции распределения к известной равновесной функции распределения, соответствующей состоянию квазитвердого вращения газа в цилиндре. В предположении малого отклонения от равновесия ищется малое возмущение функции распределения с учетом граничных условий непроницаемости стенки цилиндра и симметрии на его оси.

Показана работоспособность метода для быстро вращающихся систем при различной разреженности газа. Получены отклонения численного решения от теоретического в зависимости от числа ячеек сеток по модулю и углу направления молекулярной скорости, а также по радиальной координате.

## **ОБУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ**

Ворманов И.А.<sup>\*</sup>, Банников И.К., Евсегнеев О.А., Пепелев А.М.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [via96rus@gmail.com](mailto:via96rus@gmail.com)

## **TRAINING OF A DISTRIBUTED COLLECTIVE OF ROBOTS**

Vormanov I.A.<sup>\*</sup>, Bannikov I.K., Evsegneeov O.A., Pepelev A.M.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Collectives of robots are actively gaining popularity today, as they surpass single robots in many respects. Now the process of training the team of robots is based on loading in each robot a pre-written program, which is very inefficient and resource-intensive. Another method is to use a neural network instead of a rigidly defined control algorithm, which allows you to train the robot using special algorithms. It is proposed to use a special system for training such collectives, the main principle of which is to iteratively simulate the behavior of logical robot abstractions in a virtual environment.

Коллективы роботов на сегодняшний день активно набирают популярность, так как позволяют решать более широкий спектр задач по сравнению с одиночными роботами, а также значительно увеличивают эффективность работы [1].

Сейчас процесс обучения коллектива роботов строится на загрузке в каждого робота заранее написанной программы. Данный подход является очень неэффективным и ресурсоемким.

Существует другой метод, заключающийся в использовании нейронной сети вместо жестко заданного алгоритма управления, позволяющий обучать робота при помощи специальных алгоритмов [2].

Предлагается использовать для обучения таких коллективов специальную систему, основной принцип которой заключается в итеративном моделировании поведения логических абстракций роботов в виртуальной среде. Ключевым компонентом системы является тренировочный модуль, оценивающий состояние роботов и среды и модифицирует управляющий алгоритм роботов в зависимости от поставленной и сформулированной заказчиком задачи. Модуль будет реализовывать два механизма обучения. Первый - локальный, работает с каждым роботом в отдельности и подстраивает его рефлексы, например, управление установленными датчиками и актуаторами. Второй - глобальный, оптимизирует коллектив в целом.

Данный подход позволит значительно увеличить эффективность обучения коллектива роботов, за счет двойного механизма обучения, позволяющего улучшать как индивидуальные возможности каждого робота (адаптация к условиям окружающей среды, принятие личных решений, эффективность управления доступными актуаторами), так и возможности коллектива в целом (координация действий, ориентирование на местности).

1. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желанное и действительное // Современная мехатроника. Сб. науч. трудов Всероссийской научной школы (г.Орехово-Зуево, 22-23 сентября 2011) - Орехово-Зуево, 2011.
2. Панченко Т. Генетические алгоритмы // Издательский дом «Астраханский университет». — 2007.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ IDEF-ПРОГРАММ**

Рахматулина Р.Р. \*, Гольдштейн С.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [rakhmatulina1997@mail.ru](mailto:rakhmatulina1997@mail.ru)

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF IDEF-PROGRAMS**

Rakhmatulina R.R., Goldstein S.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. IDEF-programs are the tools for modeling business processes. They allow studying in detail the work of the enterprise and its processes. Comparative analysis of existing IDEF-programs and their hierarchy are presented.

SADT-методология и программные продукты типа IDEF вошли в обиход с 1981 года. Из известных 16 IDEF-программ полностью были разработаны и нашли практическое применение только 9. В результате весь пакет условно разделён на две части: IDEF0, IDEF1-6, IDEF8 и IDEF9 доработаны и используются, а IDEF7, IDEF10-14 не завершены [1, 2]. Кроме того существует мнение, что IDEF-программы используются в настоящее время только в России и мало за рубежом, как чрезмерно усложнённые для менеджеров [1] и замененные на упрощенные представления, например [3].

Нами оценены уровень и значимость применяемых IDEF-программ по их возможностям: IDEF0 – функциональное моделирование, IDEF1 – моделирование информационных потоков, IDEF2 – динамическое моделирование, IDEF3 – документирование, IDEF4 – трехмерное представление, IDEF5 – создание онтологий, IDEF6 – объяснение, IDEF8 – описание интерфейсов, IDEF9 – анализ ограничений.

Предлагаемая нами иерархия представлена на рисунке (без аббревиатуры IDEF).

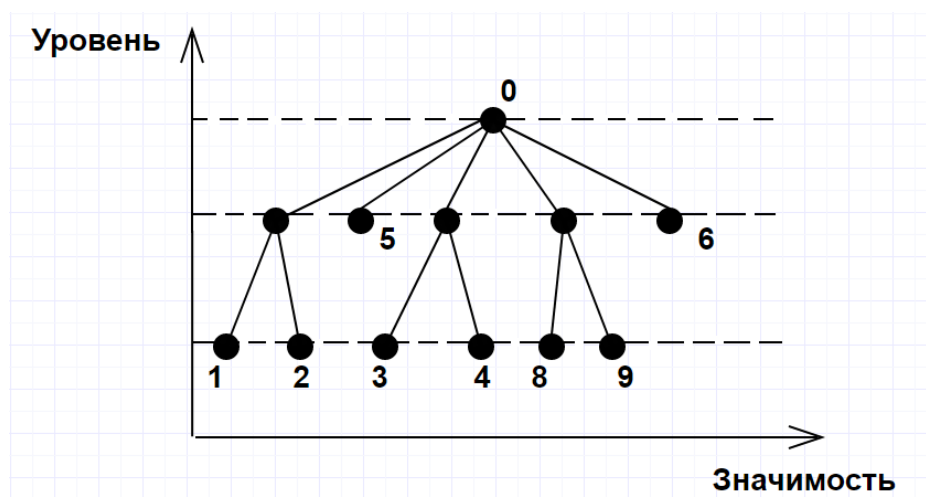


Рис. Предлагаемые позиции применяемых IDEF-программ

Таким образом, центральное место занимает пакет IDEF0, требующий высокой квалификации моделировщика и достаточно глубокого понимания моделируемого бизнес-объекта. На уровень ниже целесообразно поставить IDEF5 и IDEF6, а детализацию выполнить с помощью пакетов IDEF1, IDEF2, IDEF3, IDEF4, IDEF8 и IDEF9.

1. Репин В.В., Бизнес процессы. Моделирование – внедрение – управление, Манн, Иванов и Фербер (2014).
2. Бритов Г.С., Осипова Т.Ф., Моделирование бизнес-процессов, LAP Lambert Academic Publishing (2014).
3. Остервальдер А., Пинье И. Построение бизнес моделей, Альпина Паблишер (2012).

# ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ОНТОЛОГИЙ

Газизова М.Д.<sup>1\*</sup>, Гольдштейн С.Л.<sup>1</sup>, Донцов О.Г.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Многопрофильный клинический центр «Бонум», г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [gazizova-mashka.gazizova@yandex.ru](mailto:gazizova-mashka.gazizova@yandex.ru)

## ABOUT AUTOMATION OF BUILDING HIERARCHICAL ONTOLOGIES

Gazizova M.D.<sup>1\*</sup>, Goldshtein S.L.<sup>1</sup>, Dontcov O.G.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> State Autonomous Health Institution Sverdlovsk Region Multidisciplinary Clinical Medical Center “Bonum”, Ekaterinburg

Annotation. Based on the analysis of literary sources, algorithmic models of manual, automated and automatic ontology construction are made, contradictions are revealed, detailed revision and joint correction of algorithms are offered.

Полное качественное автоматическое (чисто компьютерное) построение онтологии до сих пор не реализовано, хотя описаны различные подходы [1-3]. Имеются программные средства [4-5], которые также не обеспечивают полной автоматизации. Нами поставлена задача однозначной алгоритмической формализации ручного, автоматизированного (полуавтоматического) и автоматического способов. Язык блок-схем по ГОСТ 19.701-90 позволяет однозначно представить ситуацию по этой задаче (рис. 1).

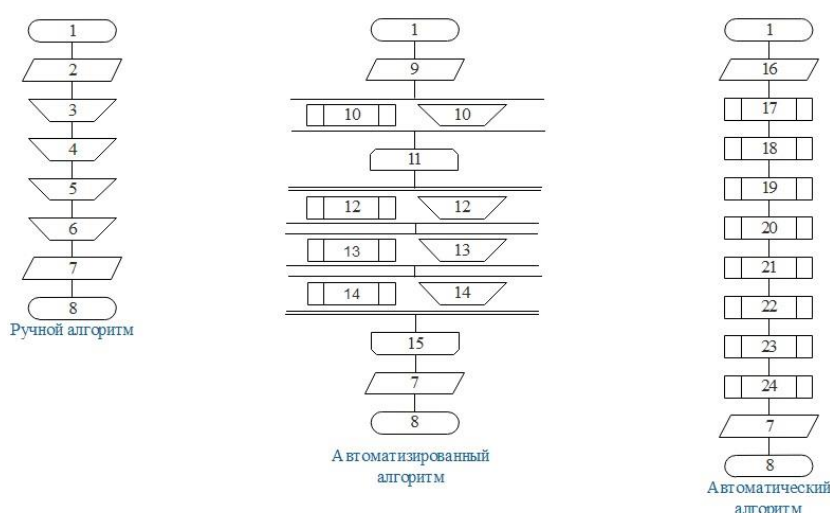


Рис. 1. Алгоритмические модели построения онтологий (1 – начало; 2 – совокупность текстов, масштаб онтологии; 3 – составление списка важных терминов; 4 – выделение классов, иерархии классов, слотов, фасетов слотов; 5 – создание экземпляров классов; 6 – сборка онтологии; 7 – онтология; 8 – конец; 9 – текст, список ключевых слов; 10 –

формирование внешних границ корневого концепта; 11 - начало цикла по технологическим действиям; 12 – получение концептов первого уровня вложенности; 13 - построение внешних границ с учетом пространственной взаимосвязи концептов; 14 - построение внешних границ концептов в качестве корневых; 15 - конец цикла по технологическим действиям; 16 – совокупность текстов, словари; 17 – морфологический анализ; 18 – синтаксический анализ; 19 – статистическая обработка; 20 – семантический анализ; 21 – понимание текста; 22 - построение терминосистемы; 23 - построение номенклатуры; 24 – соединение номенклатуры и терминосистемы).

Для полной автоматизации требуется детальная ревизия известных предложений и их совместная коррекция.

1. Газизова М.Д., Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г., Системная интеграция в здравоохранении, 7(37), 26-36 (2017).
2. Нахайнова Л.В., Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования, Улан-Удэ (2008).
3. Ермаков А.Е., Международная конференция Диалог (2008).
4. Овдей О. М., Проскудина Г. Ю., Электронные библиотеки, 7(4), 1-16 (2004).
5. Матюшина М.М., Вакурина Т.Г., Котеля В.В. и др., Информационно-управляющие системы, 2, 9-14 (2014).

## **ВЫБОР ПРОТОТИПА ДЛЯ СПАМ-ФИЛЬТРА, НАСТРАИВАЕМОГО НА СУБЪЕКТ**

Ходенева М.А.<sup>\*</sup>, Кудрявцев А.Г.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [masha.hodeneva@mail.ru](mailto:masha.hodeneva@mail.ru)

## **SELECTION OF PROTOTYPE FOR SPAM FILTERS, ADJUST ON THE SUBJECT**

Hodeneva M.A.<sup>\*</sup>, Kudryavtsev A.G.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The issue of the possibility of applying existing spam filters, customizable to the subject, is considered with the purpose of saving its temporary resource when interrupting the activity with text messages.

Широко известна ситуация, когда субъект, занимающийся определенной деятельностью, вынужден расходовать имеющийся временной ресурс на прочтение незначимых для него текстовых сообщений, объем которых может быть



большим. В связи со сказанным представляется актуальной задача обнаружения несоответствия текстовых сообщений интересам субъекта, иначе говоря спам-фильтрации с настройкой на него.

В соответствии с [1] существующие на сегодняшний день спам-фильтры, настраиваемые на субъекта, могут быть разделены на две основных группы. Представители первой группы обеспечивают распознавание [2] принадлежности текста к конкретным классам (среди которых обязательно должны присутствовать классы «спам» и «не спам») по числовым характеристикам свойств текста. Представители второй группы реализуют бинарную классификацию [2] текстов по числовой характеристике  $S$  их спамовости и ее задаваемому пороговому значению. Для расчета используют формулу:

$$S = \sum_i \alpha_i p_i ,$$

где  $i$  – порядковый номер термина, встречающегося в тексте,  $p_i$  и  $\alpha_i$  – соответственно, частота встречаемости термина и его распознаваемый коэффициент спамовости.

В обоих случаях от субъекта требуется задание обучающей выборки [2], состоящий из текстов, для которых указаны характеристики спамовости.

Представители обеих групп спам-фильтров могут отличаться друг от друга выбором оцениваемых характеристик и применением конкретных методов распознавания.

Представители второй группы выбраны в качестве компилятивного прототипа спам-фильтра, настраиваемого на субъекта. Причина этого – отсутствие избыточности производимых действий, а именно реализация исключительно бинарной классификации (более сложная не требуется).

Выбранный прототип может быть подвергнут критике по ряду моментов:

- предположены заранее известными все термины рассматриваемой предметной области, что проблематично;
- при изменении интересов субъекта требуется переобучение спам-фильтра, а значит возврат к прочтению всех поступающих текстовых сообщений;
- при отнесении текстов из обучающей выборки к спаму, либо не спаму, субъект руководствуется прежде всего их смыслом в целом, не учитываемом при последующем расчете характеристики спамовости по терминам.

1. Терейковский И.А, Применение семантического анализа содержимого электронных писем в системах распознавания спама, Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет (2014), <https://studfiles.net/preview/951657/>
2. Горелик А.Л., Скрипкин В.А., Методы распознавания, Высшая школа (1989).

## О МОДЕЛИ ТРАНСЛЯТОРА «ФИЗИКА - МЕДИЦИНА» ПО ПРОТОТИПУ МАШИННОГО ПЕРЕВОДЧИКА

Ермаков А.И.<sup>1\*</sup>, Гольдштейн С.Л.<sup>1</sup>, Грицюк Е.М.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> ГБУЗ СО ДКБВЛ НПЦ "Бонум", Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [ae.ermakov995@gmail.com](mailto:ae.ermakov995@gmail.com)

## ABOUT THE MODEL OF THE «PHYSICS-MEDICINE» PROGRAMMING LANGUAGE PROCESSOR ON THE PROTOTYPE OF THE MACHINE TRANSLATOR

Ermakov A.I.<sup>1</sup>, Goldshtein S.L.<sup>1</sup>, Gritsyuk E.M.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> State financed Health Institution Sverdlovsk region Children's Clinical Hospital of remedial treatment Scientific-Practical Centre "Bonum", Ekaterinburg, Russia

Annotation. Based on the prototype computer translator, the system-technological model of the «physics-medicine» programming language is proposed. It consists of six software units based on a computer with the details of the initial, intermediate and final information.

Задачи перевода с одного языка на другой широко известны в технике – это прежде всего машинный перевод. С появлением трансляционной медицины [1] оформился комплекс задач взаимодействия носителей строгих знаний – научных организаций (НО) с медицинскими (МО).

Нами поставлена задача моделирования трансляции научных результатов: новых подходов, постулатов, материалов, экспериментов и особенно математических моделей в адрес МО с использованием в качестве прототипа машинного переводчика.

Структура прототипа: преформатор, конвертор, блок взаимодействия с базами данных (БД), лингвистический процессор, устройство вывода, система управления [2]. На основе этой структуры нами предложена структурно-технологическая модель (рис. 1).

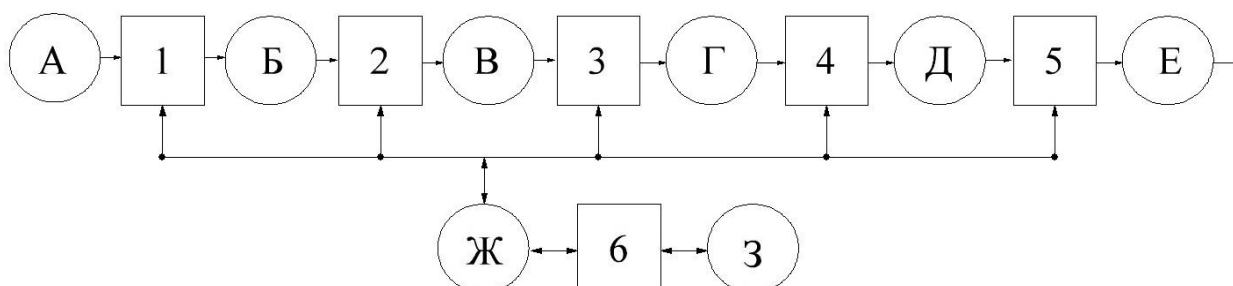


Рис. 1 Структурно-технологическая модель транслятора,

где: А – лозунги, проблематика, пожелания, «хотелки», ситуации, неудовлетворенности качеством применения научных результатов на практике; 1 – преформатор (распознавание различных форматов документов, поступающих на вход); Б – выделенная, электронизированная и специально-структурированная текстовая информация; 2 – конвертор (преобразование текстов из одного кодового представления в другое);

В – электронизированная информация как смесь терминов физики и медицины; 3 – лингвистический процессор (выполнение морфологического, синтаксического и семантического анализа текста на языке входа; синтез текста на выходном языке);

Г – уточненный текст на выходном медицинском языке; 4 – блок взаимодействия с БД частотного словаря; Д – текст с медицинскими синонимами; 5 – устройство вывода;

Е – релевантные пертинентные знания, адресованные руководству и персоналу МО;

6 – система управления; Ж – запросы-ответы; З – управляющая программа.

Таким образом, транслятор «физика - медицина» призван обеспечить перевод текста с пакетом физических результатов (законы, постулаты, понятия, модели), с помощью которого НО хотела бы иметь релевантные пертинентные для МО предложения, понятные руководителю и специалистам МО.

1. Трансляционная медицина [Электронный ресурс] // [сайт]. Режим доступа: <http://transmed.almazovcentre.ru/jour>
2. PROMT. Машинный перевод [Электронный ресурс] // [сайт]. Режим доступа: [http://www.promt.ru/company/technology/machine\\_translation/](http://www.promt.ru/company/technology/machine_translation/)

## **СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОМЕЩЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМ РАДИАЦИОННЫМ ФОНОМ**

Шаньшаров В.А. \*, Ташлыков О.Л.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [shansharov@rambler.ru](mailto:shansharov@rambler.ru)

## **CREATION OF A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF A ROOM WITH AN INCREASED RADIATION BACKGROUND**

Shansharov V.A., Tashlykov O.L.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. A description is given of the process of creating a three-dimensional model of a room with an increased radiation background

Подготовка к выполнению работ в радиационно-опасных условиях играет важную роль в снижении дозовых затрат персонала [1-2]. Обучение на тренажерах, компьютерных моделях, имитирующих реальную обстановку, уменьшает время работы персонала в опасной зоне на величину до 40% [3].

В представленной работе описано создание 3D-модели помещения с повышенным радиационным фоном. На основании исходных данных (фотографии, чертежи) проведено проектирование на платформе ПО Autodesk 3ds Max. На первом этапе применена методика моделирования по референсам. Исходные изображения служили эскизами для прорисовки модели в ортогональных проекциях. Поскольку элементы помещения можно разделить на два типа (трубы и механизмы), применялись два способа моделирования.

Для труб выбран способ сплайнового моделирования с активной функцией рендера сплайна, что позволило быстро придать необходимый объем моделируемой трубы. Применение методики сократило время на создание «поворотных элементов» труб. Эта же методика использовалась при моделировании вентилях. Функция активного рендера была отключена для применения к прорисованной модели модификатора “Shell” для придания объема.

Остальные элементы помещения создавались методом полигонального моделирования с использованием примитивов, ставших базой для будущих моделей. Материалы создавались на базе “VRayMtl” с изменением параметров “Reflection”, “Glossiness”, “Diffuse” (для придания каждой модели уникального цвета). Для создания освещения сцены использовалась карта освещения “VRaySky”, а также элементы сферического освещения “VRayLight” с типом элемента “Sphere”. Для исключения засветов к моделям стен применен модификатор “Shell”, придавший необходимый объем и правильный разворот нормалей по обеим сторонам модели.

В результате создана 3D-модель помещения (рис.1), на ее основе смонтированы учебные видеоролики по выполнению типовых работ в помещении.



Рис. 1. 3D-модель радиационно-опасного помещения

1. Наумов А.А., Ташлыков О.Л. Минимизация дозовых затрат при ремонтном обслуживании систем и оборудования АЭС // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2010. №1. С.80-88.
2. Лукьяненко В.Ю., Ташлыков О.Л. Использование компьютерных средств объемно-планировочного проектирования при подготовке работ по демонтажу радиоактивного оборудования // XIII Международная конференция «Безопасность АЭС и подготовка кадров- 2013»: тезисы докладов. Обнинск: НИЯУ МИФИ, 2013. С.160-161
3. Ташлыков О.Л. Методы оценки и снижения дозовых нагрузок при ремонте АЭС: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 118 с.

## **УМЕНЬШЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ АЛГОРИТМА НАХОЖДЕНИЯ АМПЛИТУД ГАРМОНИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Виноградов А.М.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных Сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

\*E-mail: [21421998@mail.ru](mailto:21421998@mail.ru)

## **DECREASE IN THE COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF THE ALGORITHM FOR FINDING THE AMPLITUDES OF HARMONICS OF THE ENERGY SPECTRUM OF THE IMAGE**

Vinogradov A.M.

The military educational and scientific center of the Air Force «The Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yuri Gagarin», Voronezh, Russia

Annotation. The paper considers determination of the samples of an impulse response of a two-dimensional discrete filter. These samples are determined from the measured amplitudes of the energy spectrum of the input image. The possibility of reducing the computational complexity of algorithms for computing the amplitudes of dimensional harmonics are presented.

Одним из требований, предъявляемых к современным системам технического зрения, является эффективная обработка изображения в реальном масштабе времени. Известные алгоритмы обработки изображения основаны на вычислении компонентов энергетического спектра изображения. Эффективность данного метода показана в работе [1].

Однако, вычислительная сложность таких алгоритмов достаточно велика [3]. Поэтому их применение в реальном масштабе времени требует обязательной модификации.

Рассмотрим цифровое изображение  $(2m+1) \times (2n+1)$  точек (пикселей). При решении задачи выделения на изображении каких-либо объектов используют «эталонные» изображения и в [1] показано, что отсчеты  $h_{i,j}$  импульсной характеристики двумерного дискретного фильтра вычисляются решением системы линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{l=-a}^b \sum_{m=-c}^d s_{i-l, j-m} \alpha_{l,m} = s_{i,j}^0 \quad (1)$$

При решении системы (1) с помощью ЭВМ возникает проблема индексации отсчетов  $h_{i,j}$ . Анализ показывает, что если осуществлять развертку по «спирали» целесообразно рассмотреть изменения индексов  $\Delta i$  и  $\Delta j$ , в которых наблюдается цикличность (рис. 1), реализованная в алгоритме из 3 циклов, с помощью которой можно восстановить спиральную развертку импульсной характеристики любой апертуры.

	$C_1$		$C_2$	$C_1$		$C_2$		$C_1$			$C_2$			
$\Delta i$	0	-1	0	0	1	1	0	0	0	-1	-1	-1	...	
$\Delta j$	-1	0	1	1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	...	
	$C_3$		$C_3$				$C_3$							

Рис. 1. Таблица изменения индексов

При вычислении компонентов энергетического спектра  $S_{i,j}$  необходимо выполнить большое количество математических операций. Наиболее затратным является нахождение  $S_{i,j}$  с небольшими значениями индексов  $i$  и  $j$ . Для их вычисления возможно использовать вынесение общего множителя. При этом уменьшается количество умножений на число общих множителей. Для нахождения самого трудоемкого коэффициента  $S_{0,0}$  возможно заменить  $(2m+1) \times (2n+1)$  умножений на одно умножение и  $(2m+1) \times (2n+1) - 1$  сложение, если использовать ранее найденные значения для  $S_{i,j}$ .

1. Обработка многомерных сигналов. В 2-х книгах. Кн. 1. Линейная многомерная дискретная обработка сигналов. Методы анализа и синтеза: монография / А.В. Богословский [и др.]; под ред. А.В. Богословского. М.: Радиотехника (2013).
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М: Техносфера (2005).
3. Современные проблемы естествознания. Инженерный анализ объектов обеспечения авиации: в 2 т. Т. 1. Актуальные проблемы математики и информатики [текст] / сб. ст. по материалам IV научно-практической конференции «Молодёжные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина» (17 мая 2017 г.). – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА» (2017). 159-164с.



# ПРОБЛЕМАТИКА АНАЛИЗА СЕРДЕЧНОГО РИТМА У МАЛОВЕСНЫХ И НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

Куклина В.О.<sup>1\*</sup>, Елькин И.О.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Государственное автономное учреждение здравоохранения свердловской области многопрофильный клинический медицинский центр Бонум, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [vikasacha1996@inbox.ru](mailto:vikasacha1996@inbox.ru)

## THE PROBLEMS OF HEART RATE ANALYSIS IN SMALL AND PREMATURE BABIES

Kuklina V.O.<sup>1</sup>, Elkin I.O.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> State autonomous public health institution of the Sverdlovsk region, a multidisciplinary clinical medical center Bonum, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The analysis of heart rhythm in small and premature babies today is poorly understood, since there are no special devices and software for recording heart rhythm in children with small weight. We have developed an original method of recording heart rate for 100 strokes of the heart using a pulse oximetry monitor of the Nellcor pulse oximeter.

Существует множество способов анализа сердечного ритма у людей разного возраста. Однако анализ сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей сегодня малоизучен. Так как нет специальных устройств и программных средств для регистрации сердечного ритма у детей с маленьким весом.

Нами проведен литературно-аналитический обзор и в результате отобраны для дальнейшего анализа четыре аналога анализа сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей (таблица 1).

Таблица 1. Работа с аналогами

№	Наименование аналога	Источник	Пятибалльная оценка по критериям:					
			удобства	стоимости	точности	учета специфики	информативности	интегральная
1	Метод анализа	[1]	3	4	4	2	4	3,4
2	Метод анализа	[2]	3	4	4	5	5	4.2
3	Метод проверки	[3]	3	4	4	1	4	3,2
4	Метод измерения	[4]	3	4	4	3	4	3,6



Критерии оценивания определены с экспертом. В соответствии с данной таблицей старшим прототипом выбран аналог [2] с интегральным значением 4,2.

Нами разработан оригинальный способ регистрации сердечного ритма: звук за 100 ударов сердца, снимаемый с пульсоксиметрического датчика монитора Nellcor pulse oximeter, записывают на компьютер и рассчитывают время между интервалами, индекс напряжения и регистрируют нормотонию, симпатикотонию или ваготонию. Измеряем сердечный ритм в покое это нормотония, а затем на этапах операции и оцениваем расстояние между кардиоинтервалами, позволяющее судить о вегетативной активности.

Для регистрации кардиоинтервалов у маловесных детей наиболее пригодно представлять вариант пульсоксиметрии, так как для этого требуется один датчик, расположенный на любой конечности пациента. Предлагаемый монитор дает четкий звук сигнала, регистрируемый компьютером. Таким образом, обзор проблематики по этой теме и выявление путей их решения достаточно для перехода к моделированию.

1. Баевский Р. М., Иванов Г.Г, Чирейкин Л. В. , Гаврилушкин А. П, Довгалецкий П. Я, Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем, Вестник аритмологии. №24, (2001),С 65 – 87.
2. Долгова З.Р. Особенности перинатального анамнеза и variability сердечного ритма у недоношенных детей первого года жизни, рожденных с экстремально низкой массой тела и очень низкой массой тела, Вестник современной клинической медицины том 7, выпуск 6, (2014). С 20 – 26.
3. Бурмистров А. Проверка сосудов с помощью реовазографии (РВГ) [Электронный ресурс] <http://prososud.ru/profilaktika/reovazografiya.html>.
4. Бурмистров А. Что такое фонокардиография сердца [Электронный ресурс] <http://prososud.ru/profilaktika/fonokardiografiya-serdca.html>.

# КРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ СИМПАТОКОРРЕКЦИИ

Козлова Е.А.<sup>1</sup>, Бирюкова Г.Л.<sup>2</sup>, Гольдштейн С.Л.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>) Центральная городская больница №1 Октябрьского района г. Екатеринбурга, Россия.

\*E-mail: [katti-k@list.ru](mailto:katti-k@list.ru)

## CRITERIAL MODEL OF ASSESSMENT OF THE QUALITY OF TREATMENT BY THE METHOD OF SYMPATHOCORRECTION

Kozlova E.A.<sup>1</sup>, Birukova G.L.<sup>2</sup>, Goldstein S.L.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>) Central City Hospital No. 1 in Oktyabrsky District, Yekaterinburg, Russia

Annotation. In this thesis proposed integral model quality evaluation method of treating ophthalmic diseases simpatokoretion. And proposed the template of the table of values of parameters.

Предложена аддитивная модель оценки качества лечения [1]:

$$I = I_1 * \alpha_1 + I_2 * \alpha_2, \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \quad (1)$$

где  $I$ -интегральный критерий качества лечения,  $I_1$ -критерий результата лечения,  $I_2$ -критерий процесса лечения,  $\alpha_i$ -вес  $i$ ;

$$I_1 = I_{11} * \alpha_{11} + I_{12} * \alpha_{12}, \alpha_{11} + \alpha_{12} = 1 \quad (2)$$

где  $I_{11}$  – результат лечения у пациента,  $I_{12}$  - результат для врача;

$$I_{11} = I_{111} * \alpha_{111} + I_{112} * \alpha_{112} + I_{113} * \alpha_{113} + I_{114} + \alpha_{114}, \sum_{i=1}^4 \alpha_{11i} = \alpha_{11} \quad (3)$$

где  $I_{111}$  - острота зрения,  $I_{112}$  - границы поля зрения,  $I_{113}$  - количество абсолютных скотов,  $I_{114}$  - качество жизни;

$$I_{12} = I_{121} * \alpha_{121} + I_{122} * \alpha_{122} + I_{123} * \alpha_{123} + I_{124} + \alpha_{124}, \sum_{i=1}^4 \alpha_{12i} = \alpha_{12} \quad (4)$$

где  $I_{121}$ - стоимость проведенного лечения,  $I_{122}$  - оформление патента,  $I_{123}$ - оформление публикаций,  $I_{124}$  - оформление медицинской документации;

$$I_2 = I_{21} * \alpha_{21} + I_{22} * \alpha_{22} + I_{23} * \alpha_{23}, \sum_{i=1}^3 \alpha_{2i} = \alpha_2 \quad (5)$$

где  $I_{21}$  - своевременность,  $I_{22}$  - затратность,  $I_{23}$  - технологичность.

По формулам 1-5 возможна количественная оценка как частных критериев, так и интегрального, путем последовательного заполнения набора таблиц по шаблону, приведенному в таблице. Данные взяты из [2].

Значения параметров модели (3),  $\alpha_{11}=0,6$

объект	I <sub>111</sub>			I <sub>112</sub>			I <sub>113</sub>			I <sub>114</sub>			I <sub>11</sub>
	I <sub>111</sub>	$\alpha_{11}$ 1	$I^*\alpha_{11}$ 1	I <sub>112</sub>	$\alpha_{11}$ 2	$I^*\alpha_{11}$ 2	I <sub>11</sub> 3	$\alpha_{11}$ 3	$I^*\alpha_{11}$ 3	I <sub>114</sub>	$\alpha_{11}$ 4	$I^*\alpha_{11}$ 4	
До симпатокоррекции	$\frac{0.52}{1}$	0,2	0,10	$\frac{440}{550}$	0,1	0,08	$\frac{9}{13}$	0,1	0,07	$\frac{0.4}{1}$	0,2	0,08	0,32
После симпатокоррекции	$\frac{0.65}{1}$		0,13	$\frac{448}{550}$		0,09	$\frac{6}{13}$		0,05	$\frac{0.7}{1}$		0,14	0,41

Получено улучшение в 1,3 раза.

1. Способ улучшения кровотока в заднем отрезке глаза путем комбинированного воздействия вращающимся полем на верхний шейный, звездчатый ганглий в сочетании с магнитотерапией органа зрения // Патент России №2016130842, 29.08.2017 / Коротких С.А., Борзунов О.И., Кублаев В.С., Бирюкова Г.Л.
2. Алгоритмические и эмпирические модели метода симпатокоррекции в офтальмологии./ Козлова Е.А., Бирюкова Г.Л., Гольдштейн С.Л./Системная интеграция в здравоохранении. Выпуск 2007 №7.

## SECURITY EVALUATION OF THE AUTOMATED PROCESS CONTROL SYSTEM OF THE ORGANIZATION OF MUNICIPAL SERVICES

Zyabkin V. S.<sup>1\*</sup>, Babenko A.A.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Volgograd State University, Volgograd, Russia

\*E-mail: [rusforvard@yandex.ru](mailto:rusforvard@yandex.ru)

Currently, various organizations of the communal complex are introducing technologies to automate the management of production processes. In this connection, the issues on the agenda include the provision of reliable, trouble-free functioning of the Automated Process Control System (APCS) and its information security.

The purpose of the article is to conduct a study of the mechanism for assessing the information security of an APCS at a public utility complex.

Objectives:

- to reveal the essence and safety features of the APCS;
- formulate the algorithm for evaluating the security of the APCS of the communal complex;
- develop a software package and conduct experimental tests.

As a result of the in-depth analysis, the author established potential threats to the information security of the APCS of the enterprise under investigation and suggested methods for increasing security against the main types of attacks.

The authors determined the purpose and tasks of the software package for security evaluation.

Purpose: security evaluation of the APCS of the organization of municipal services.

Tasks:

- input of initial data;
- calculation of the security evaluation of the APCS System with the implemented protection mechanisms and with the recommended protection mechanisms;
- forming a report on increasing the security of the APCS.

A formalized model for security evaluation of the APCS was developed to achieve the goal and objectives of the software package.

$$\text{Risk } i = P_k * L_k (1 - R_k) \quad (1)$$

$$S = \frac{1}{\sum_{k=1}^n P_k * L_k * (1 - R_k)} \quad (2)$$

$$\text{delta}S = \frac{S_1 + S_2}{S_1} \quad (3)$$

The author carried out experimental studies of the software complex, checked the operability and declared functionality of the program, analyzed the results of experimental studies. The correctness of the implementation of the formalized model for assessing the security of the information system of the communal complex organization is proved. It is the task of calculating the numerical value of the information system's security as the reciprocal of the total risk of the information system.

In the author's opinion, the problem of evaluation and monitoring the security of information systems of manufacturing enterprises, in particular, of communal organizations, needs to remain highly relevant and needs further conceptual and applied developments. In the continuation of their research, the authors intend to improve the monitoring algorithm and the model for evaluating the safety of the APCS in the enterprise under study.

# ЭВОЛЮЦИЯ КОЛЬЦА ГРАВИТИРУЮЩИХ ТЕЛ БЕЗ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕЛА И СВОЙСТВА ИХ ХАОТИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ

Кожевников В.А.<sup>\*</sup>, Мелких А.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [v.a.kozhevnikov@urfu.ru](mailto:v.a.kozhevnikov@urfu.ru)

## EVOLUTION OF THE RING OF GRAVITATING BODIES WITHOUT THE CENTRAL BODY AND PROPERTIES OF THEIR CHAOTIC BEHAVIOR

Kozhevnikov V.A.<sup>\*</sup>, Melkikh A.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. In this work we simulated evolution of gravitational systems of the ring of material points without central body. The dependence of the fraction of particle pairs leaving the system on the number of particles in the ring is obtained. The average fraction of pairs for the virial ratio  $K = -U$  turned out to be 0.2. Power spectra characterizing the evaporation of particles, approximated by a power-law dependence on frequency, are also obtained.

Изучение динамики нестационарных гравитирующих систем, возникновения хаоса в них является на сегодняшний день актуальной проблемой. Поведение во времени большого количества тел можно описывать функциями распределения. Проблема состоит в том, что эволюция функции распределения для системы тел с гравитацией существенным образом зависит от начальных условий.

В данной работе мы исследовали эволюцию кольца гравитирующих материальных точек без центрального тела при различных начальных условиях: вириальное соотношение системы тел в начальный момент времени, ширина кольца, направление движения точек.

Получены зависимости во времени доли испаряющихся частиц из кольца для различных случаев, а также доли частиц, испаряющихся из системы парами. Средняя доля пар для вириального соотношения  $K = -U$  оказалась равной 0,2.

Получены спектры мощности, характеризующие испарение частиц, аппроксимированные степенной зависимостью от частоты вида  $1/f^\beta$ . Для их построения в качестве сигнала использовалась функция потока (1) испаряющихся со временем частиц через границу, а также формула (2) спектра мощности [1]:

$$f(t) = \sum_i \delta(t - t_i) \quad (1)$$

$$s(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \left| \int_{-T}^T f(t) \exp(i\omega t) dt \right|^2 \quad (2)$$

1. Zhang X. Physical Review E, 52 (5), 4664-4668 (1995).

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОПСИИ ЛЕГКИХ

Помосова А.А.<sup>\*</sup>, Евсегнеев О.А., Маркина С.Э.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [anna.pom96@mail.ru](mailto:anna.pom96@mail.ru)

## DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX OF AUGMENTED REALITY FOR BIOPSY OF LUNGS

Pomosova A.A.<sup>\*</sup>, Evsegneev O.A., Markina S.E.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The technology of Augmented Reality (AR) is one of the most promising areas of development. The task of this work is the development of a software and hardware complex of augmented reality using the technology of non-marking positioning of 3D models for conducting a lung biopsy. Thanks to the use of AR technology, the created system will make it easier to carry out the operation, reduce the number of errors and reduce the duration of the operation.

Технологию дополненной реальности называют одной из самых перспективных сфер исследований, дающих многообещающие результаты в повышении эффективности работы человека при выполнении определенных технических задач, совершенствовании управления операциями и поддержке принятия управленческих решений [1].

На данный момент существует достаточно большой спектр областей применения дополненной реальности. В данной работе рассмотрена медицинская сфера, а именно, применение AR в области пульмонологии. Данная тема особо актуальна, т.к. трудности дифференциальной диагностики легочных заболеваний общеизвестны.

После проведенного обзора наиболее популярных в настоящее время вариантов применения дополненной реальности в медицине и выбора прототипа для разработки программно-аппаратного комплекса [2], было предложено создать систему, которая позволит приблизить разрабатываемый комплекс дополненной

реальности к конечному пользователю – медицинскому специалисту, улучшить качество обучения студентов-медиков и упростить проведение операций хирургам-пульмонологам.

Задача данной работы состоит в разработке программно-аппаратного комплекса дополненной реальности, структурная модель которого представлена на рисунке 1, с использованием технологии безмаркерного позиционирования 3D моделей. На основе ранее полученных снимков КТ и МРТ строится 3D-модель бронхиального дерева и злокачественного новообразования. Хирург получает возможность наглядно увидеть и понять их расположение внутри человека, а также относительно друг друга. До начала проведения операции появиться возможность найти и проложить кратчайший путь до опухоли.

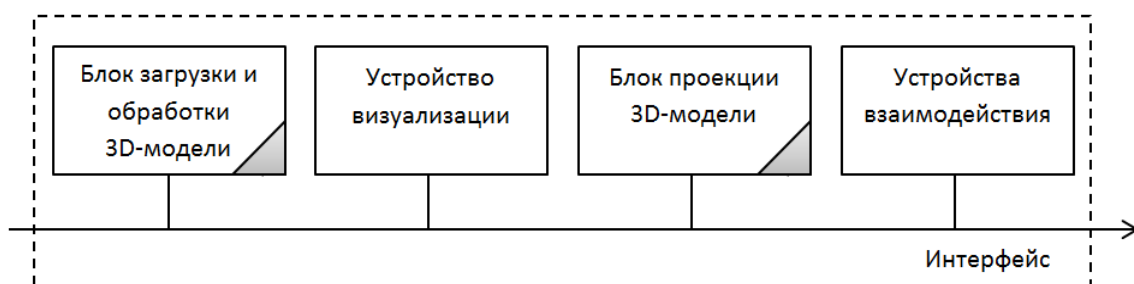


Рис. 1. Структурная модель разрабатываемого комплекса.

Благодаря использованию технологии AR во время проведения операции 3D-модель, созданный маршрут можно будет увидеть прямо перед собой во время операции, спроецировав на тело пациента. Созданная система позволит облегчить процесс проведения операций, сократить количество возможных ошибок и уменьшить длительность операции.

1. Palmarini R., Erkoyuncu J.A., Roy R., Torabmostaedi H., A systematic review of augmented reality applications in maintenance, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 49, 215-228 (2018).
2. Помосова А.А., Евсегнеев О.А., Маркина С.Э., Дополненная реальность в медицине. Обзор методов реализации и выбор прототипа разрабатываемого комплекса, Системная интеграция в здравоохранении, 7, 58-65 (2017).



# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД КОРРЕКЦИИ СИНОНИМИЧЕСКИХ РЯДОВ В ЭЛЕКТРОННОМ ТЕЗАУРУСЕ YARN

Антропова О.И.<sup>\*</sup>, Арсланова Е.А., Шапошников М.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [choksy@mail.ru](mailto:choksy@mail.ru)

## SEMI-AUTOMATIC WAY OF CORRECTION OF YARN'S SYNSETS

Antropova O.I.<sup>\*</sup>, Arslanova E.A., Shaposhnikov M.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The aim of the Yet Another RussNet project is to create an open WordNet-like thesaurus for Russian. YARN's synsets had been created by means of crowdsourcing, which led to the problem of having several duplicate synsets for one concept. This study is dedicated to development and implementation of semi-automatic way of building up a single synset of reasonable quality for every group of duplicates.

С тех пор, как появился в открытом доступе принстонский WordNet – первый электронный тезаурус, по всему миру активно разрабатываются подобные ресурсы для различных языков (EuroWordNet, MultiWordNet и др.). Это неудивительно, поскольку они широко применяются для решения различных задач автоматической обработки текстов: информационный поиск, классификация текстов, автоматическое реферирование, вопросно-ответные системы и др.

Проект Yet Another RussNet [1] (далее YARN) ставит целью создать открытый электронный тезаурус для русского языка. Ключевая особенность проекта – использование краудсорсинга. Такое решение было принято, поскольку, с одной стороны, разработка подобного ресурса силами ограниченной группы экспертов может занимать годы; с другой, метод автоматического перевода WordNet, позволяющий получить подобный ресурс быстро, не обладает достаточной точностью.

Использование знаний множества добровольцев-носителей русского языка, значительно ускоряет разработку тезауруса и при этом обладает большей точностью, чем автоматические методы.

Пример группы синсетов, соответствующих понятию «штраф»

Слова, входящие в синсет
наказание, штраф, взыскание
штраф, взыскание, пеня
расплата, штраф, взыскание, пеня
...

К сожалению, этот метод также не лишён недостатков. Дело в том, что обычные носители языка, не будучи лингвистами, часто допускают следующие ошибки: смешивают гипо-гиперонимические отношения с синонимическими и смешивают близкие понятия. Поэтому, в настоящий момент в YARN для одного смысла, как правило, имеется множество синсетов-дубликатов различного качества (см. табл.1).

Цель данной работы – разработка и применение автоматизированного метода, позволяющего выделить один синсет приемлемого качества для каждой группы дубликатов.

В рамках работы было разработано несколько методов кластеризации синсетов и выделения действительно релевантных слов. Полученные методы апробированы на специально созданной вручную выборке. Проведена их оценка и сравнение.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-312-00129\_мол\_а.*

1. Braslavski P., Ustalov D., Mukhin M., Kiselev Y., Proceedings of the Eight Global Wordnet Conference, 58 (2016).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛА U(C,N) В ИОННОМ ПРИБЛИЖЕНИИ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ**

Пицхелаури С.С.\*, Некрасов К.А., Борисенко Д.С., Князева Е.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [lauri2011@mail.ru](mailto:lauri2011@mail.ru)

## **A SIMULATION OF THE CRYSTAL U(C,N) IN THE IONIC APPROXIMATION BY THE METHOD OF MOLECULAR DYNAMICS**

Pitskhelaury S.S.\*, Nekrasov K.A., Borisenko D.S., Knyazeva E.N.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. A set of empirical pair interaction potentials for simulation of uranium carbonitride crystals in the ionic approximation by the method of molecular dynamics is suggested. Potential parameters are determined using the experimental values of the lattice constant and the UN and UC bulk compression modulus, as well as the linear expansion coefficient UN crystal. The dependences of the lattice constant, the coefficient of linear expansion, and the heat capacity of nanocrystals U (C, N) are calculated. The melting points of model nanocrystals are obtained also.

Создание энергонапряженных ядерно-энергетических установок требует использования ядерного топлива, способного в процессе эксплуатации выдерживать разнообразные воздействия нейтронных полей, высоких температур термических напряжений. По оценкам специалистов применение карбидного и нитридного топлива позволяет создавать высокотемпературные энергонапряженные ядерно-энергетические установки. Для прогнозирования поведения карбонитридного топлива при высоких температурах и нейтронном облучении актуально вычислительное моделирование кристаллов  $U(C,N)$ .

В системе  $U-C-N$  не обнаружено тройных химических соединений. Отсутствует растворимость азота  $UC_2$ , также углерода. Карбид  $UC$  и нитрид  $UN$  являются полностью взаимнорастворимыми. Монокарбид и мононитрид урана имеют ГЦК решетку типа  $NaCl$ , параметры их кристаллических решеток отличаются не более чем на 1,4 %, что благоприятно для образования не прерывного ряда твердых растворов  $U(C,N)$ .

В настоящей работе предложен набор эмпирических парных потенциалов взаимодействия для моделирования кристаллов карбонитрида урана в ионном приближении методом молекулярной динамики. Параметры потенциалов были определены с использованием экспериментальных значений постоянной решетки и модуля всестороннего сжатия кристаллов  $UN$  и  $UC$ , а также коэффициента линейного расширения  $UN$  (при нулевой температуре).

Для верификации предложенных параметров в работе рассчитаны зависимости постоянной решетки, коэффициента линейного расширения, теплоёмкости нанокристаллов  $U(C,N)$ . Регистрировали также плавление модельных кристаллов. Характерный график зависимости постоянной решетки от времени показан на Рис. 1.

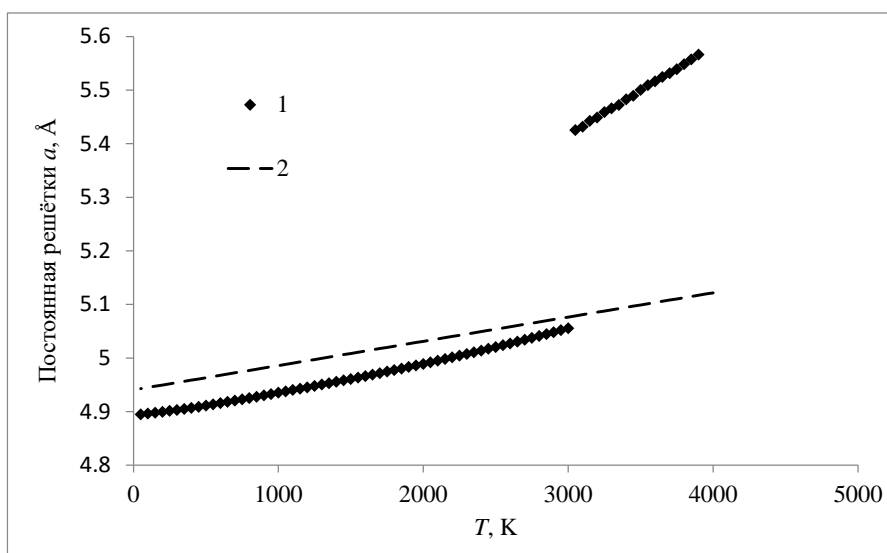


Рис. 1. Зависимость постоянной решетки от температуры для нанокристалла  $U(C_{0.38}N_{0.62})$  из 5460 частиц. 1 – Расчет в настоящей работе; 2 – эксперимент [1]. Разрыв находится при температуре плавления  $T_m = 3025 \pm 25$  K.

Предложен набор эмпирических парных потенциалов взаимодействия для моделирования кристаллов карбонитрида урана в ионном приближении методом молекулярной динамики. Параметры потенциалов определены с использованием экспериментальных значений постоянной решётки и модуля всестороннего сжатия кристаллов UN и UC, а также коэффициента линейного расширения UN. Рассчитаны зависимости постоянной решётки, коэффициента линейного расширения, теплоёмкости нанокристаллов U(C,N). Получены температуры плавления модельных нанокристаллов.

1. Ihara S., Suzuki M. and Akimoto Y., J. Nucl. Mater. 39, 311–314 (1971).

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНФИГУРИРОВАНИЯ СЗИ ОТ НСД ПОД ЗАДАННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Субботин А.М.<sup>1\*</sup>, Умницын М.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

\*E-mail: [mister.subbotin2010@yandex.ru](mailto:mister.subbotin2010@yandex.ru)

## **SOFTWARE PACKAGE FOR CONFIGURING INFORMATION SECURITY MEANS FROM UNAUTHORIZED ACCESS ACCORDING SPECIFIED REQUIREMENTS**

Subbotin A. M.<sup>1\*</sup>, Umnitsyn M.Y.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Volgograd State University, Volgograd, Russia

Annotation. The article is devoted to the development of software package for configuring information security means from unauthorized access according specified requirements. It describes a software package that allows you to configure information security means for correct operation according specified requirements.

The emergence of the information society is associated with the widespread use of personal computers, building a global information network and connecting a large number of users to it. These achievements must radically change the life of society, bringing to the fore the activities related to the production, consumption, broadcasting and storage of information.

One of the most serious problems hindering the use of information technology is the provision of information security.

The purpose of the article is to conduct a study of the mechanism for configuring information security means from unauthorized access according specified requirements.

Objectives:

- to study the normative and legal acts in the field of information protection, regulating the protection requirements;
- Analyze information security means from unauthorized access and their settings
- formulate the algorithm for configuring information security means from unauthorized access according specified requirements;
- develop a software package and conduct experimental tests.

As a result of the in-depth analysis, the author revealed the requirements for the levels of protection of personal data and classes of security of the automated system from unauthorized access; settings have been defined that are subject to change in accordance with requirements

The authors determined the purpose and tasks of the software package for security evaluation.

Purpose: to increase the efficiency of the configuration of information security means from unauthorized access during the implementation and configuration of information security means from unauthorized access according specified requirements.

Tasks:

- input of protection requirements;
- development of security settings;

A formalized model for configuring information security means from unauthorized access according specified requirements was developed to achieve the goal and objectives of the software package.

$$\|M(S_w)\| = S_1 * T_r = \begin{cases} 0, \text{if setting Secret Net/Dallas Lock does not affect this requirement} \\ 1, \text{affects this requirement} \end{cases} \quad 1)$$

$$\|M(S_w, CTR_{y_k})\| = S_w * CTR_{t_k} = \begin{cases} 0, \text{mustn't be customized} \\ 1, \text{must be customized} \end{cases} \quad 2)$$

$$\text{Res} = \|M(S_w)\| \wedge \|M(S_w, CTR_{t_k})\| \quad (3)$$

The author carried out experimental studies of the software complex, checked the operability and declared functionality of the program, analyzed the results of experimental studies. The correctness of the implementation of the formalized model for assessing the security of the information system of the communal complex organization is proved.

In the author's opinion, **information security means** needs to remain highly relevant in the field of information security and needs further conceptual and applied developments. In the continuation of their research, the authors intend to improve algorithm and model for configuring information security means from unauthorized access according specified requirements.

## УСТРАНЕНИЕ НЕОДНОЗНАЧНОСТЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИДЕОРЕЯДА

Рябинин В.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,  
г. Воронеж, Россия

\*E-mail: [riabininvova@yandex.ru](mailto:riabininvova@yandex.ru)

## AMBIGUITIES ELIMINATION AT IDENTIFICATION A FEW DYNAMIC OBJECTS IN ANALYSIS OF ENERGY CHARACTERISTICS

Ryabinin V.A.

Air Force Education and Research Center «The Zhukovsky and Gagarin Air Force  
Academy», Voronezh, Russia

**Abstract.** An algorithm for manipulating pixels of image is proposed. It is used to modify the method of identifying several dynamic objects.

Одним из перспективных подходов к задаче идентификации движущихся объектов в системах технического зрения является анализ изменения энергетических характеристик кадров видеоряда. В его основе – нахождение фазоэнергетических функций [1], представляющих собой комбинацию энергетического и фазового спектра кадра. Последний, как известно, несет в себе информацию о положении объекта на изображении [2].

Одномерные фазоэнергетические функции описаны в работе [3]. Они определяются как приращения амплитуд гармоник фазоэнергетических спектров одноимённых строк в двух кадрах:  $\Delta\varphi(k) = \varphi_{\tau_2}(k) - \varphi_{\tau_1}(k)$ , где

$$\varphi_{\tau_j}(k) = \sum_{m=-M}^{M-k} (2m+k) f_m f_{m+k} - \text{амплитуды гармоник в кадре } \tau_j, j=1, 2;$$

$f_m$  – отсчеты видеосигнала строки (длина строки  $2M+1$ ).

На графиках фазоэнергетических функций можно выделить несколько импульсов, определяющих положение объектов, их взаимное расположение объектов и размеры (рис. 1). Движущемуся объекту соответствуют парные импульсы: «ближний» и «дальний». При этом справедливо равенство:  $\bar{k} + \bar{\bar{k}} = 2M$ , где  $\bar{k}$  –

начало фронта «ближнего» импульса;  $\bar{k}$  – окончание среза «дальнего» импульса. Одиночный импульс в центре свидетельствует о движении объекта в центре изображения.

Однако в ряде случаев использование фазоэнергетических функций приводит к неоднозначностям: графики функций совпадают, если изображения объектов имеют контрасты разных знаков, но объекты перемещаются в противоположных направлениях; при наличии нескольких динамических объектов на графиках возникают дополнительные импульсы.

Устранить неоднозначности можно путем манипулирования пикселями фона (например, обнуляя крайние пиксели строки), а для определения координат нескольких движущихся объектов следует искусственно изменить их "вклады" в фазоэнергетическую функцию (добавить ненулевые пиксели на края строки).

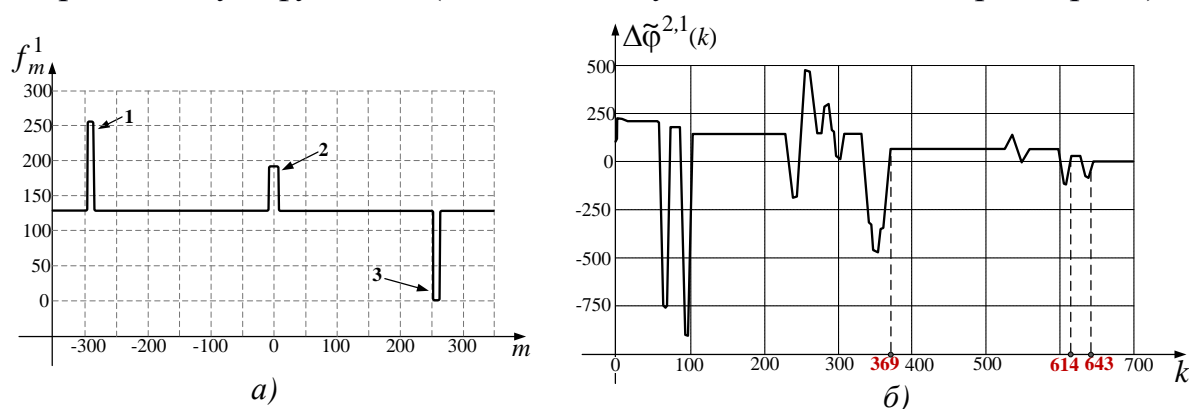


Рис. 1. Пример идентификации: а) видеосигнал строки, содержащей три объекта: вправо перемещаются объект №1 (в левой части строки) и объект №2 (в центре строки), объект №3 располагается в правой части строки и движется влево; длина строки  $2M + 1 = 699$ ; б) график фазоэнергетической функции (к строке добавлены два ненулевых пикселя слева).

Добавление ненулевых пикселей приводит к изменению величин  $\bar{k}$  или  $\bar{k}$  для импульсов, соответствующих одному из объектов (в случае рис. 1б – объекту №2). Отсюда определяется местоположение объекта относительно центра строки. Далее находятся координаты наиболее удаленных от краев изображения пикселей объектов и величины их перемещений.

1. Bogoslovsky A.V., Zhigulina I.V. A Way of Energy Analysis for Image and Video Sequence Processing/ Intelligent Systems Reference Library. Volume 73. Computer Vision in Control Systems-1. Mathematical Theory. Springer (2015)
2. Оппенгейм, А.В. Важность фазы при обработке сигналов/ А.В. Оппенгейм, Дж.С. Лим// ТИИЭР. Т. 69, № 5 (1981)
3. Жигулина, И.В. Энергетические характеристики изображений и видеопоследовательностей/ И.В. Жигулина// Телевидение: передача и обработка изображений: материалы 13-й Международ. конф. С.-Петербург (2016)



# ЛАБОРАТОРИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Генералова А.А.\*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [generalovasasha@gmail.com](mailto:generalovasasha@gmail.com)

## MOBILE TESTING LABORATORY: FROM CONCEPTION TO PRACTICE

Generalova A.A.\*

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Mobile applications require a different approach to application quality and an effective testing approach to build high quality and more reliable software. We performed a systematic mapping study on mobile application testing techniques. Using of mobile application testing techniques on specific examples is also shown. In addition, we discussed several research gaps in current literature.

За последнее десятилетие популярность мобильных устройств значительно выросла. Следовательно, выросло и число приложений для таких устройств. Цена бага в мобильном приложении очень высока. [1] Поэтому сегодня требуются такие подходы к тестированию мобильных приложений, которые снизят количество багов и смогут обеспечить лучшее качество приложений.

Тестирование мобильных приложений отличается от тестирования десктопных или веб-приложений. Чтобы понять особенности тестирования мобильных приложений, следует принимать во внимание комбинации таких переменных: ОС (Android, iOS, Windows Phone), версия ОС, разрешение и размеры экрана, емкость аккумулятора, используемые стандарты передачи данных и т.д. [1]

В данной статье мы ставили следующие задачи:

- изучить техники тестирования мобильных приложений,
- показать их применение на конкретных примерах,
- выявить пробелы в исследованиях по данной тематике.

Очевидно, что тестирование должно быть вдумчивым и основательным; при этом проводить его нужно на основе документации. Однако, чаще всего этому препятствуют следующие моменты:

- недостаток времени,
- недостаток документации,
- невозможность использования формальных техник тестирования для нахождения сложных багов. [2]

В таких случаях разумно использовать технику тестирования на основе опыта (Experience-based testing). В ее основе лежат три методики: угадывание ошибок, тестирование на основе чек-листа, исследовательское тестирование. [3]

Мы верим, что наша работа может быть полезной инженерам по обеспечению качества и разработчикам мобильных приложений, поскольку для каждой рассмотренной техники приводится конкретный пример, дающий представление о применении на практике.

Практическим специалистам обычно сложно выбрать из нескольких техник тестирования подходящую, поэтому в качестве дальнейшей работы мы планируем составить детальную схему по тестированию мобильных приложений.

1. Zein S., Salleh N. Grundy J., Journal of Systems and Software, 119, 40 (2016).
2. Amalfitano D., Fasolino A., Tramontana P., Robbins B., Advances in Computers, 89, 35 (2013).
3. Demerjian J., Bou Abdo J., Pervasive and Mobile Computing, 39, 285 (2017).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН**

Шилов М.А.<sup>1,2\*</sup>, Маслов Л.Б.<sup>1,2</sup>, Королев П.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина,  
г. Иваново, Россия

<sup>2)</sup> Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

\*E-mail: [Mshilov@yandex.ru](mailto:Mshilov@yandex.ru)

## **MODELLING OF THE WEAR OF PNEUMATIC TYRES**

Shilov M.A.<sup>1,2\*</sup>, Maslov L.B.<sup>1,2</sup>, Korolev P.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, Ivanovo, Russia

<sup>2)</sup> Vyatka State University, Kirov, Russia

Annotation. The article presents the analysis of the existing models of pneumatic tyres wear. On its basis, we suggest a model describing the influence of various external and internal factors on the wear value under the conditions of rolling with or without slipping.

Увеличение долговечности пневматической шины – важная проблема, которую пытаются решить все производители [1]. В настоящее время существует три типа изнашивания пневматических шин: абразивное, усталостное и вызванное вращением с проскальзыванием. Каждый из этих типов изнашивания зависит от внешних условий [2].

Много исследований посвящено определению свойств физико-механических свойств пневматических шин [3], однако в этих работах прослеживается однобокая эмпирическая направленность. В связи с этим разработка теоретических представлений об изнашивании шин по различному механизму является актуальной задачей.

В общее уравнение изнашивания пневматической шины входит компонент, отвечающий за абразивный и усталостный износ:

$$I_1 = \frac{3A_1}{(AE)} \left[ A_2 \mu \frac{\sigma}{\sigma_0} \left( \frac{E}{\sigma} \right)^{1-\theta t} \right]^t \sigma \frac{S}{l}, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – номинальное давление на дорожное покрытие;  $S$  – площадь проскальзывания в контакте;  $A_1, A_2, \theta t$  – константы шероховатости дорожного покрытия;  $t, \sigma_0$  – параметры кривой усталости материала;  $l$  – длина площади контакта;  $E$  – модуль упругости материала шины;  $\mu$  – коэффициент трения в зависимости от вида качения может изменяться.

Если в модели износа шин зафиксировать физические свойства материала шины и дорожного покрытия, уравнение (1) примет вид (2). Если на конечном участке пути площадь элемента протектора шины уже не будет заметно изнашиваться (процесс приработки). Это объясняет причину существования некоторого изнашивания  $I_0$ , которое для расстояния в 1-километр пропорционально  $I_l$ .

$$I_0 = I_l \gamma = \left( C_1^* S_0 + \frac{C_2^* \beta \delta^2}{R_n \phi_y} l \right) \sigma, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – коэффициент пропорциональности;  $C_1^* = \gamma C_1$ ;  $C_2^* = \gamma C_2$ .

В результате моделирования получена зависимость интенсивности изнашивания от некоторых факторов, влияющих в разной степени на ее величину. Показано, что оценить величину изнашивания можно в условиях качения.

1. Кнороз, В.И и др. Шины и колеса. – М.: Машиностроение. - 1975. – 184 с.
2. Reaz Ahmed S., Deb Nath S. K., Wahhaj Uddin M., Optimum Shapes of Tire-treads for Avoiding Lateral Slippage between Tires and Roads // International Journal for Numerical Methods in Engineering. - № 64 – 2005. - pp. 729 - 750.
3. Li Y., Zhang J. W., Guan X. Q., Estimation of Vehicle Parameters and Road Friction Using Steering Torque and Wheel Speeds // WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS. - Vol. – 11. - № 1. – 2012. - pp. 1 – 11.

# ОПТИМИЗАЦИЯ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕТКИ В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зейде К.М.\*, Яндовский Н.Г.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [k.m.zeyde@urfu.ru](mailto:k.m.zeyde@urfu.ru)

## FEM MESH OPTIMIZATION IN ELECTROMAGNETICS MODELING

Zeyde K.M.\*, Yandovskiy N.G.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Using the example of a dielectric antenna, a new time-precision FEM mesh optimization algorithm is being developed. Simulation and numerical analysis of the object is carried out in the electrodynamics CAD Altair FEKO. Mesh optimization over the volume of the dielectric is made according to the target directions of the change in the quality and number of elements. Verification of the numerical data occurs according to standardized procedures with the data of the full experiment carried out under conditions of anechoic.

Основной целью данного исследования является разработка эффективного и доказанного экспериментально алгоритма оптимизации над конечно-элементной сеткой, формируемой при решении электродинамических задач МКЭ.

В данной работе, в качестве объекта изучения на всех стадиях, используется коническая диэлектрическая антенна на круглом волноводе, со следующими габаритами: высота 190 мм, диаметры оснований 45мм и 30мм. Диапазон рабочих частот антенны 3030МГц – 3100МГц при КСВ  $\approx 1.4$ . На частоте 3062 МГц КСВ данной конической диэлектрической антенны равен 1.33 и является минимальным. Относительная диэлектрическая проницаемость стержня антенны равняется 2.2. Данный объект является идеальным для верификации алгоритма оптимизации конечно-элементной сетки, так как объем диэлектрика для целевого расчета равен около  $0,85 \text{ дм}^3$ .

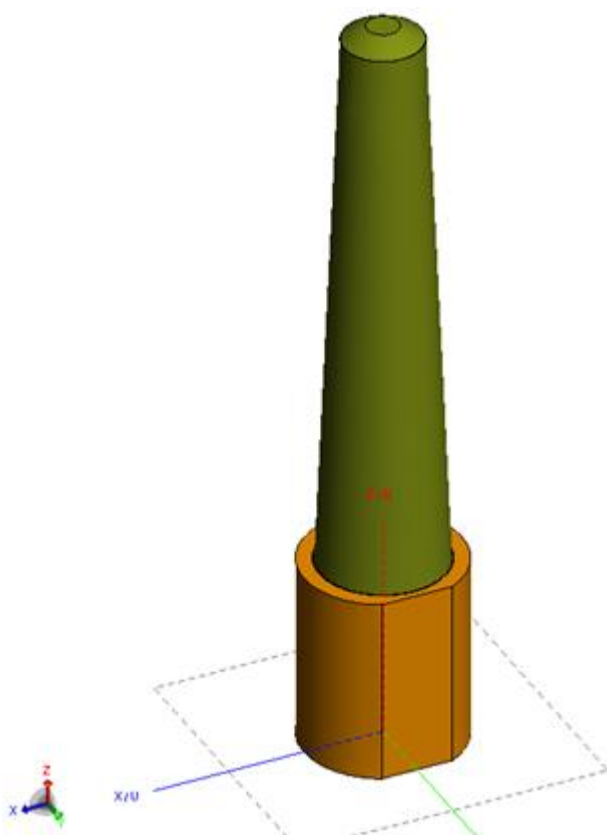


Рис. 1. Модель антенны

Существующие формулы для расчета диаграммы направленности конической диэлектрической антенны, являются следствием асимптотических приближений, в частотности оптических методов, а значит, не могут считаться точными. Отсутствие верификационной полуаналитической границы в задаче, является главной причиной проведения время-точностной сеточной оптимизации.

В качестве САПР в данной работе использует среда электромагнитного моделирования Altair FEKO [1]. Топология модели антенны, полностью соответствующая реальному прототипу, представлена на рис.1.

Первичная сетка над указанной моделью формируется самыми быстрыми стандартными сеточными генераторами, и имеет 9685 объемных элементов со средним размером грани 6 мм.

Относительная погрешность численных результатов оценивается при сравнении с данными, полученными в ходе натурного исследования антенны в безэховой камере Rainford EMC3, которая соответствует стандартам CISPR, EN и FCC. Верификация численных и экспериментальных данных проводится по стандартизированной процедуре FSV [2].

Основным результатом работы может являться развернутая методология не только количественного изменения МКЭ сетки в рамках время-точностной оптимизации [3], но и техника сеточного морфизма, как например в [4].

1. <https://altairhyperworks.com/product/FEKO>
2. IEEE Std 1597.1 – 2008 (2009).
3. Zeyde K.M., WCITCA-2015 Proc. (2015).
4. Czarniewska M., Fotyga G., Mrozowski M., ACES-2017 Proc. (2017).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЖЕКТОРНЫХ НАСОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANSYS**

Куконов Э.С.<sup>\*</sup>, Гадельшин М.Ш., Кибардин А.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>\*</sup>E-mail: [yova\\_-13@mail.ru](mailto:yova_-13@mail.ru)

## **MODELING OF EJECTOR PUMPS OPERATION WITH USING ANSYS**

Kukonov E.S.<sup>\*</sup>, Gadelshin M.Sh., Kibardin A.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. To optimize designs of the ejector pumps being developed, modeling was performed using the ANSYS CFX package. A comparison is made with the experimental data of pressure measurements in chambers of the experimental model.

Эжекторные насосы широко применяются в технологиях атомной отрасли; они являются достаточно простыми и эффективными средствами для обеспечения вакуумной откачки с высокой производительностью в области давлений  $10^{-1} \div 10^3$  Па[1]. Для оптимизации конструкций разрабатываемых насосов выполнено моделирование с использованием ANSYS CFX, являющегося мощным инструментом в области вычислительной динамики жидкостей и газов.

Модуль ANSYS CFX полностью интегрирован в расчетную среду ANSYS Workbench - платформу, объединяющую все инструменты инженерного моделирования компании ANSYS. Для решения задач из различных расчетных дисциплин в рамках платформы ANSYS Workbench можно получить доступ к общим для всех расчетов инструментам, таким как инструменты для работы с геометрией ANSYS DesignModeler, обладающей прямыми и двусторонними связями со всеми основными CAD-пакетами, и с сеткой ANSYS Meshing, предоставляющей множество технологий построения сетки в одном приложении. После задания граничных условий модель примет вид, как показано на рис. 1.

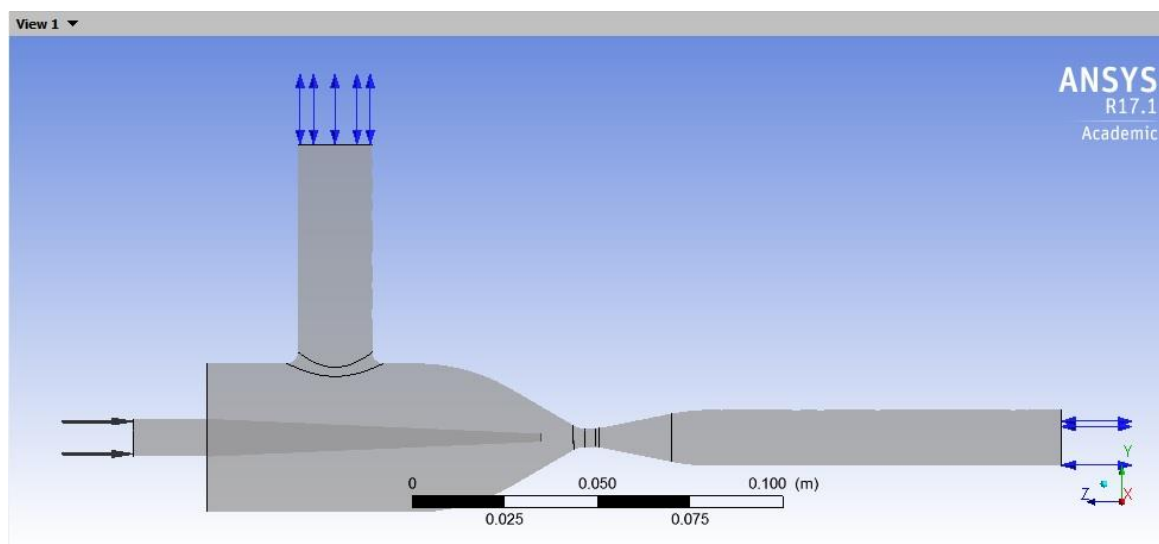


Рис.1. Моделирование эжекторного насоса: задание граничных условий

Многосеточный сопряженный решатель на основе технологии Coupled Algebraic Multigrid является эффективным средством получения точных расчетов. В процессе выполнения расчетов могут быть скорректированы параметры решателя и граничные условия, нет необходимости останавливать решатель. Получение максимально точных результатов обеспечивается схемой дискретизации второго порядка.

В работе выполнено сравнение результатов моделирования с использованием пакета ANSYS CFX с опытными данными измерений давления в камерах экспериментального макета, что показало эффективность подхода для оптимизации конструкций разрабатываемых вакуумных эжекторных насосов.

1. Цейтлин А.Б., Пароструйные вакуумные насосы, Машиностроение (1980).



# КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ СЛУЧАЙНЫХ БЛУЖДАНИЙ. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ

Крамаренко А.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [lonelywolf1333@gmail.com](mailto:lonelywolf1333@gmail.com)

## TEXTS CLUSTERING BASED ON THE RANDOM WALK MODEL. LAWS OF PARAMETERS DISTRIBUTION

Kramarenko A.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. Authors got parameter values for 120 texts analyzed using the random walk model and described them by the theoretic gamma distribution. Also they estimated statistical significance of texts clustering.

Всё больше растёт интерес к машинной обработке языка и автоматизированному анализу текстов. Многие задачи в этой области связаны с классификацией текстов на основе каких-либо критериев. Это может быть полезно для анализа большого количества текстов с целью выявления каких-либо особенностей, идентификации авторства текста, определения спама, в информационном поиске и так далее.

В статьях [1,2] подробно описан разработанный авторами подход для кластеризации текстов по определённым критериям, основанный на математической модели случайных блужданий.

В рамках этого подхода анализируемые тексты характеризуются коэффициентом диффузии (параметр  $D$ ) и относительной поправкой к закону Эйнштейна (параметр  $RC$ ). Первый параметр является интегральной характеристикой частот появления букв и отражает некие структурные особенности текста. Второй представляет собой меру неоднородности текста, изменения свойств текста от его начала к концу.

Было исследовано 120 текстов, разделённых на шесть групп в соответствии со стилем написания текста или его тематикой. Полученные значения параметров  $D$  и  $RC$  были проанализированы и описаны гамма-распределением с параметрами  $k$  и  $\theta$ , подобранными для каждой группы. По характеру распределений и их соотношениям друг с другом можно проследить закономерности как по текстам внутри стиля, так и внутри текста в соответствии со стилем.

Выяснилось, что статистически значимо ( $\alpha = 0,1$ ) по обоим параметрам отличаются друг от друга почти все распределения, за исключением распределений прозы и публицистики. Необходимо отметить, что распределение параметров для текстов художественной прозы почти полностью перекрыто распределениями других групп текстов.



Поведение распределений выборок текстов из подкорпусов по параметру  $RC$  не совпадает с их поведением по параметру  $D$ , то есть эти параметры не эквивалентны и кластеризация текстов по параметру  $RC$  дополняет кластеризацию текстов по параметру  $D$ .

По выделенным параметрам была проведена кластеризация контрольных выборок текстов, на основе которых в дальнейшем возможна классификация текстов по стилям или каким-либо другим критериям. Также разработанная нами модель может служить основой комплекса программ для кластеризации текстов.

1. Крамаренко А.А., Филимонов В.В. и др., Информация: передача, обработка, восприятие, с. 138-146 (2017).
2. Kramarenko A.A., Nekrasov K.A. et al., AIP Conference Processing, 1886, p. 020072 (2017).

*Научное издание*

V Международная молодежная научная конференция:  
Физика. Технологии. Инновации.  
ФТИ-2018

14–18 мая 2018 г.

Тезисы докладов

*Печатается в авторской редакции*

Компьютерная верстка  
*А. В. Ищенко*

Подписано в печать 10.05.2018. Формат 70×100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 56,6.  
Уч.-изд. л. 50,9. Тираж 500 экз. Заказ